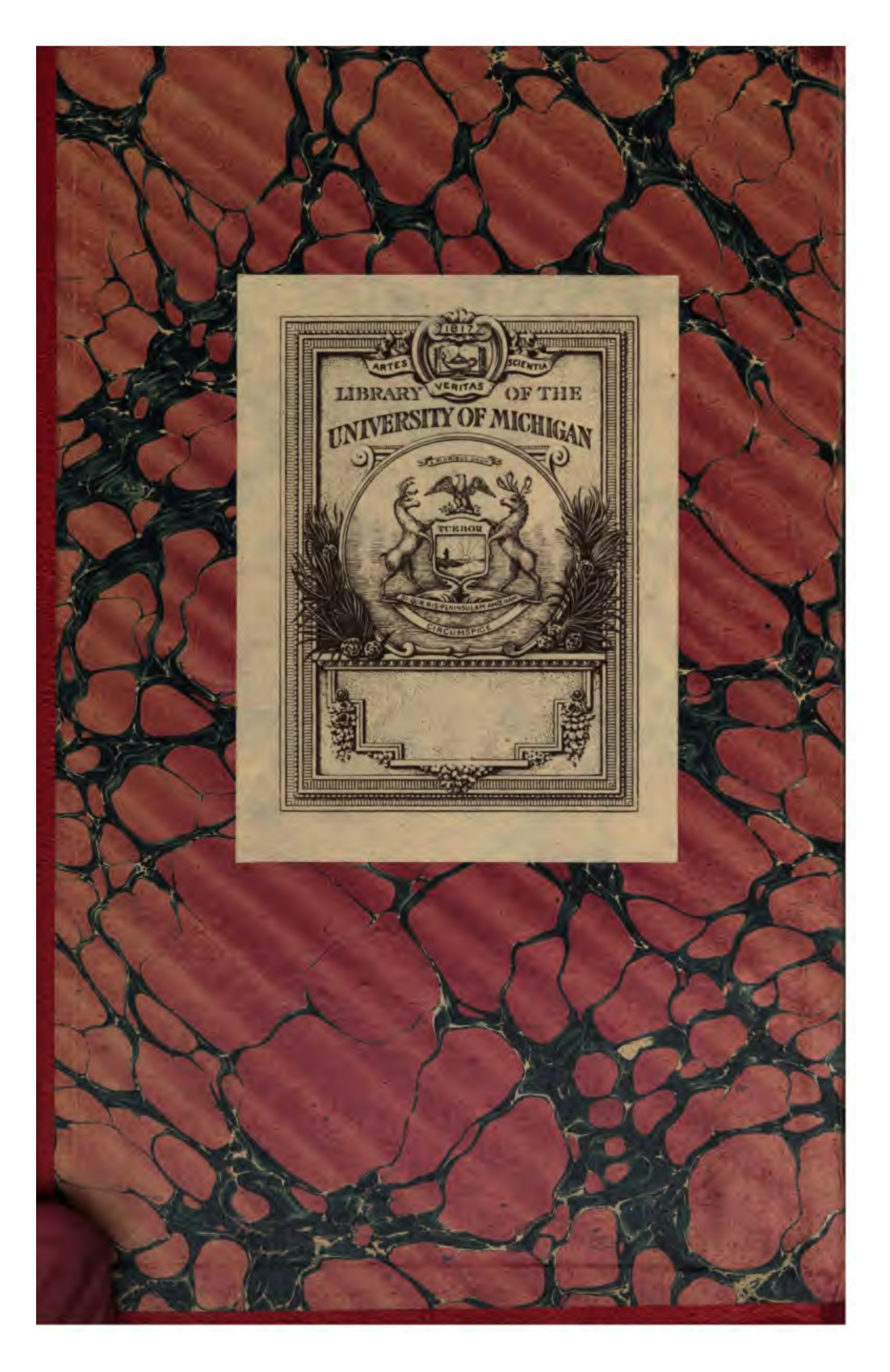

1817
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUÆRIS PENINSULAM AMŒNAM
CIRCUMSPICE




1817
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE



Lev.

CORBEIL. — IMPRENTA DE CRÉTÉ HIJO.

GEOGRAFÍA FÍSICA

DE LA

REPÚBLICA DE CHILE

PAR

A. PISSIS

CABALLERO DE LA LÉGION DE HONOR

MIEMBRO DE LA UNIVERSIDAD, Y JEFE DE LA COMISION TOPOGRÁFICA DE CHILE



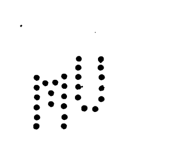
INSTITUTO GEOGRÁFICO DE PARIS

CH. DELAGRAVE

EDITOR DE LA SOCIEDAD GEOGRÁFICA

58, Calle de Escuelas, 58.

1875



PREFACIO

He tratado de reunir en esta obra bajo un punto de vista metódico el conjunto de los hechos que se refieren á la Geografía física de Chile. Encargado en el año 1849 de levantar el plano de este país, he podido dedicar á su estudio una grande parte del tiempo que ha necesitado este trabajo; recorrer paso á paso la alta cordillera de los Andes y reunir numerosos datos sobre la Orografía, la Geología, la Meteorología y la distribucion de los seres orgánicos de una de las regiones mas notables de la América del Sur. Deseando sobre todo presentar el conjunto de los fenómenos naturales, he creido necesario consultar ademas las obras de los naturalistas que han recorrido el país; y mas particularmente el grande trabajo del señor Claudio Gay sobre la Flora y la Fauna de Chile. Las publicaciones mineralógicas del señor Domeyko me han servido á completar el cuadro de las especies minerales; y para la Meteorología he recorrido á menudo á las observaciones de los señores Donoso, Funk y Schythe; en fin debo á la oficiosidad de los señores Cuadro, Concha y Drouilly, ingenieros de la Comision topográfica, importantes observaciones sobre la Geología y Meteorología.

La grande division de las entidades en cuerpos inorgánicos y seres organisados indicaba por sí mismo el órden que se debia adoptar; la primera parte, se refiere al reino inorgánico, y se compone de cuatro capítulos; en el primero bajo el título de Orografía se trata de todo lo que se

refiere á la configuracion del suelo. Las montañas son consideradas en su conjunto y en sus relaciones con los diferentes sistemas orográficos; se describe despues en particular cada uno de los macizos cuya reunion constituye la cordillera de los Andes y la de la costa. El segundo capítulo está dedicado á la Geología; era natural despues de haber considerado los grandes macizos que forman el relieve del suelo, ocuparse de las materias que los forman; de su orígen y del órden en que se suceden : se estudia en primero lugar, las formaciones estratificadas; despues las rocas plutónicas que en distintas épocas han salido del interior y producido las grandes dislocaciones á las cuales los diferentes sistemas de montañas deben su orígen. Las vetas y otros criaderos de metales considerados como la última manifestacion de los fenómenos plutónicos que se refieren á estas rocas terminan este capítulo al cual se ha añadido un cuadro de las especies minerales de Chile así que de los materiales que pueden utilisarse en las industrias.

El tercero capítulo se refiere á la Meteorología; contiene los datos relativos á la distribucion del calor, las temperaturas medianas, las variaciones diurnas y anuales, la situacion de la zona de temperatura constante, y del límite de las nieves permanentes. Se considera en seguida las corrientes generales de la atmósfera en las diferentes estaciones del año así que los cambios que se manifiestan segun la situacion del sol; la distribucion de las lluvias desde el desierto de Atacama hasta el estrecho de Magallanes y el modo como se manifiestan los temporales.

La Hidrografía forma el objeto del cuarto capítulo; aunque la descripcion de los rios parezca deber situarse en seguida de la orografía, he creido que por lo que corresponde á Chile seria mas conveniente tratarla despues de la

Meteorología; pues si la situacion de los rios depende del relieve del suelo, la cantidad de agua que los alimenta y sus variaciones anuales está del todo subordinada á los fenómenos meteorológicos. Los mas importantes de estos rios nacen en la cordillera de los Andes y es á la accion del sol sobre los nieves que deben su orígen y sus creces mas importantes.

En la segunda parte dedicada á la distribucion geográfica de los seres organisados, se considera en primero lugar el modo como varía la vegetacion indígena segun los cambios de latitud y segun la altura. No correspondia al plan de esta obra entrar en la descripcion de las especies, ni mencionarlas todas; se ha escogido las que caracterizan mas especialmente cada region refiriéndose para su descripcion á los tratados especiales; se considera en seguida las especies exóticas que forman la base de la agricultura y las que convendria introducir.

Los animales son considerados bajo el mismo punto de vista; las regiones donde viven de preferencia; las especies indígenas son indicadas para cada una de las grandes divisiones de los vertebrados, los mamíferos, las aves, los reptiles y los peces; se indica despues cuáles son los animales que se han naturalizado en Chile y las regiones mas adecuadas á cada especie.

Para no distraer demasiado la atencion del lector se ha reunido al fin de la obra y bajo la forma de notas todos los datos numéricos que han servido de base para el mapa de Chile; las fórmulas para cálcular, las coordenadas geográficas de los puntos de los círculos que se refieren á la orografía; en fin se ha creido igualmente útil para la inteligencia de la parte geológica de resumir en una nota los principales caractéres de los materiales que entran en la extructura del globo.

Se ha añadido á esta obra un cierto número de láminas necesarias para la inteligencia del texto; á la orografía corresponden un mapa reducido de la América del Sur en el cual están indicados los principales círculos que corresponden á los sistemas orográficos; un perfil á la escala de $\frac{1}{250,000}$ de la cordillera de los Andes y de la costa, desde el grado 24 hasta el 42; dos secciones trasversales del suelo de Chile y una vista del macizo de Aconcagua.

Las que se refieren á la geología son dos secciones verticales que se extienden la una desde la bahía de Talcahuano hasta el volcan de Antuco, y la otra desde el puerto de Coquimbo hasta la cordillera de Doña Anna; estas dos secciones tienen por objeto dar una idea general de la situacion de las diferentes formaciones. Por lo que corresponde á un estudio mas especial se ha creido preferible sustituir á las secciones, vistas de varias regiones de la cordillera en las cuales los hechos mencionados aparecen con mas evidencia y que dan al mismo tiempo una idea del aspeto de las rocas que constituyen cada formacion, por lo que corresponde á la distribucion de estas sobre la superficie de Chile, nos hemos referido al mapa geológico.

La lámina que corresponde á la meteorología indica la curva que forma el límite de las nieves permanentes desde el grado 24 hasta el 52; y las corrientes de la atmósfera durante los dias y las noches del verano; en fin se ha reunido en un cuadro sinóptico los principales datos relativos á la geografía botánica.

INTRODUCCION

SITUACION Y LÍMITES DE CHILE.

Situado Chile en el lado occidental de la América del Sur, se extiende desde el grado 24 hasta el 56 de latitud austral; está limitado al oeste por el gran Océano, pero los límites de la parte del este no están aun enteramente fijados. Desde el grado 24 hasta el 34, forma su límite la línea anticlinal de la cordillera de los Andes: mas allá se extiende la vasta region, aun indivisa, de la Patagonia y Chile occidental, es decir, la parte situada al oeste de la cordillera de los Andes. Independientemente de las tierras continentales, posee Chile gran número de islas situadas en el gran Océano. Estas islas son, en primer lugar, los numerosos archipiélagos que se extienden paralelamente á la costa, desde la Tierra-de-Fuego hasta el golfo de Chiloé; comprenden, además de la Tierra-de-Fuego, el archipiélago de la Reina Adelaida, la isla de Hanovre, el archipiélago de Madre-de-Dios, la isla Wellington, el archipiélago de los Chonos, las islas Guaitecas y el archipiélago de Chiloé. Mas hácia el norte, hay otras tres pequeñas islas que forman como la prolongacion de esta línea y son la isla de la Mocha, la de Santa María y la de la Quiriquiña. A mayor distancia de la costa, posee Chile todavía las islas de Juan-Fernandez, de Mas-á-Fuera y de San Feliz.

No teniendo Chile límites fijos, no puede evaluarse su superficie ni aun aproximadamente. Solo una parte ha sido objeto de medidas fundadas en operaciones trigonométricas, y es la que está comprendida entre los grados 27 y 38 y la línea anticlinal de la cordillera de los Andes. Allí es donde se halla concentrada la mayor parte de la poblacion de Chile, siendo su superficie la de 155157 kilómetros cuadrados (1).

En las provincias de Arauco, Valdivia y Llanquihue, los puntos de la costa y principales cimas de los Andes, por donde pasa la línea anticlinal, han sido fijados con bastante exactitud para poder calcular, de un modo bastante aproximativo, la superficie de estas tres provincias que viene á ser de 74997 kilómetros cuadrados. En fin, la parte comprendida entre los grados 24 y 27, calculada segun datos semejantes, es, poco mas ó ménos, de 82106 kilómetros cuadrados, lo cual dá, dejando aparte la Patagonia y las islas, una superficie de 312260 kilómetros cuadrados.

ERRATA.

Página	11,	línea	1,	Agua-amarga,	léase,	Monte-Amargo.
—	11,	—	10,	Se refieren al,	—	Se refieren á el.
—	16,	—	11,	Peteroa,	—	Petorca.
—	20,	—	22,	Acelu,	—	Aculeo.
—	21,	—	32,	Huemau,	—	Huemul.
—	32,	—	7,	de los Andes,	—	de la cordillera de la costa.
—	40,	—	10,	Colian,	—	Colin.
—	68,	—	12,	no es,	—	es.
—	74,	—	32,	oriental,	—	occidental.
—	75,	—	1,	al norte,	—	al sur.
—	82,	—	27,	echunolatus,	—	echinolatus.
—	90,	—	7,	Posidonia,	—	Posidonomya.
—	106,	—	2,	Picautue,	—	Picultue.
—	111,	—	22,	Calce,	—	Caleo.
—	141,	—	12,	reaccion,	—	reaccion acida.
—	175,	—	6,	Melares,	—	Linares.
—	245,	—	22,	Trilableo,	—	Trilaleo.
—	245,	—	24,	Quileo,	—	Quilleco.
—	252,	—	10,	Valditia,	—	Valdivia.
—	274,	—	28,	familla,	—	especie.

GEOGRAFIA FÍSICA
DE CHILE

PRIMERA PARTE
REINO INORGÁNICO

OROGRAFIA.

Cuando situado sobre una alta cima el viagero echa sus miradas sobre el conjunto de una region montañosa, lo que llama primero su atencion es el desórden que parece reinar en la distribucion de estas poderosas moles unidas unas á otras por líneas bizarramente contorneadas; pero insensiblemente desaparece la primera impresion y principia á distinguir en este desorden aparente, algunas líneas que se repiten de distancia en distancia y parecen todas llevar el mismo rumbo; unas siguen la direccion de la línea de vertientes, otras vienen á cruzar esta linea formando con ella ángulos mas ó ménos abiertos; y la especie de red que resulta de estas numerosas intersecciones forma el bosquejo de la Serranía. Cuando esta tiene una grande extension, como son las Cordilleras ú otras cadenas de montañas, se ve á menudo la principal línea de vertientes cambiar de rumbo; pero este cambio no es arbitrario y la nueva orientacion corresponde siempre á una de las líneas que hacen parte del bosquejo. Así es que la cordillera de Chile, cuyo rumbo

principal es de norte á sur, ofrece de trecho en trecho sobre la línea de vertientes altos crestones que siguen la orientacion del nordeste ó bien la del nornoroeste, como sucede en las cordilleras de Talca ó en las de la provincia de Coquimbo. Si se prosigue mas al norte la extensa serranía que atraviesa todo el continente sudamericano, se ve á la altura de Arica, la cordillera cambiar repentinamente de rumbo y seguir el del nornoroeste en toda la extension del Perú, experimenta una nueva inflexion á la altura de Payta y toma entónces el rumbo nordeste hasta la extremidal norte del continente ; pues estos dos rumbos son precisamente los que llevan no solo algunas partes de la línea de vertientes de la cordillera de Chile, sino tambien los de sus numerosos ramales y de las hondas quebradas que los separan.

Estas líneas cuya orientacion se repite á menudo en una misma serranía, son las que los Geólogos llaman sistema de montañas o sistema estratigráfico porque sucede en general que corresponden á la direccion de las estratas que constituyen los cerros.

Todas las regiones montañosas del globo tienen una estructura semejante; son compuestas por varios sistemas de crestas paralelas entre las cuales hay uno que predomina y es el que forma el rasgo mas saliente del relieve del país. Estos sistemas de crestas paralelas no son limitados á una sola region, se extienden á veces á una grande distancia sobre la superficie del globo donde aparecen de trecho en trecho sobre la prolongacion de un gran círculo o de círculos paralelos á este ; así es que forman sobre la superficie de la tierra zonas de mas ó ménos extension.

Si se traza sobre un globo terrestre el círculo que pasa por Pisco y Payta, se nota que él sigue con una regularidad muy notable, la direccion de la costa del Perú; miéntras que la Cordillera occidental y la Cordillera oriental se ha-

llan sobre otros círculos paralelos á este. Al dejar las costas del Perú, este círculo recorre la parte occidental de Norte-América hasta el estrecho de Bering y atraviesa el Asia en su mayor extension, desde la Siberia hasta el Indostan; y se nota que en todo este espacio hay un número considerable de cordilleras cuya direccion parece amoldarse sobre la de este círculo; como son la Sierra-Madre, la cordillera de la baja California, los montes Pedregosos y los montes Cascade en América, y en Asia los montes Yablonoi é las Serranías del imperio de los Birmanes. Este conjunto de sierras paralelas se halla pues repartido en una zona bastante ancha y se manifiesta desde el sur de Chile hasta la extremidad meridional del Asia, abrazando así mas de la mitad de la circonferencia de la tierra. Si se extienden estas investigaciones á todas las montañas repartidas sobre la tierra, se viene á conocer que ellas pueden referirse á seis zonas parecidas á la que acabamos de describir. Las serranías de Sud-América se refieren á cuatro de estas zonas y en las de Chile aparecen vestigios de estos cuatro sistemas. Las cordilleras del Perú y de Bolivia, la Sierra-Madre y los montes Pedregosos, pertenecen á una de estas zonas, cuya parte mediana está ocupada por el grande círculo que pasa por el monte Santo Elías y Guadalaxara. Los polos de este círculo son situados uno por 22° 40′ de latitud sur y 173° 56′ de longitud este; el otro por 22° 40′ de latitud norte y 6° 4′ de longitud oeste (1); y si de estos puntos como centro se trazan los paralelos que pasan por estas serranías, puede verificarse que ellos siguen la misma direccion.

Puede verificarse del mismo modo que el grande círculo que pasa por la extremidad occidental de la Bretaña y por el monte Elbrouz en el Caucasio, ocupa la parte mediana de una zona á la cual se refiere la cordillera oriental de

(1) Las longitudes se refieren al meridiano de París.

Colombia así que muchas otras serranías de esta parte de América.

La cordillera de Chile pertenece á una tercera zona, cuyo círculo mediano pasa por la extremidad norte de la isla de Tierra-Nova y por el lago de Maracaibo.

En fin el grande círculo que sigue el eje de los montes Himalaya y pasa por el Dhavalagiri y el Choomalari, caracteriza la cuarta zona ; este círculo viene encontrar la costa de Sud-América cerca de Cobija, sigue el límite sur de la alta meseta boliviana, y atraviesa este continente por la línea de vertientes que separa los afluentes del Amazona de los de la Plata.

Las cuatro zonas, del Causasio, del Himalaya, de Chile y de los montes Pedregosos, vienen pues á cruzarse en la América del Sur, y son las serranías que se refieren á cada una de ellas, las que forman los principales rasgos del relieve de esta region. Para limitarnos á lo que se refiere á las serranías de Chile y á sus relaciones con las del continente Sud-Americano, indicarémos bajo el nombre de sistema Peruano, las que se refieren á la direccion de la cordillera del Perú : con el de sistema Colombiano, las que están en relacion con la cordillera oriental de Colombia; con el de sistema Chileno, las que siguen la direccion de la cordillera de los Andes ; en fin con el nombre de sistema Brasilero, las que pertenecen á la zona del Himalaya ; pero non debe perderse de vista que estos sistemas no representan mas que una pequeña parte de las grandes zonas arriba mencionadas.

SISTEMA CHILENO.

Este sistema es el que da á Chile su forma y su relieve; la costa desde la península de Tres-Montes hasta Mejillones, la mayor parte de la cordillera de la costa, en fin el eje de

los Andes así que el mayor número de las crestas que se levantan tanto al oeste como al este de este eje, siguen su direccion. Los polos del grande círculo al cual se refiere, son situados, el uno, por 14° 19′ de latitud sur y 13° 13′ de longitud este, el otro por 14° 19′ de latitud norte y 166° 47′ de longitud oeste.

El paralelo á este círculo que sigue la costa de Chile, hace con el meridiano de Valparaiso un ángulo al noreste de 16° 1′.

La costa de Chile así como la cordillera de los Andes no siguen siempre esta direccion, y se nota de trecho en trecho algunas partes cuya orientacion se refiere á alguno de los otros sistemas, pero la direccion que predomina es la del sistema chileno como puede verificarse echando una ojeada sobre el mapa orográfico de la América del Sur (Pl. I).

SISTEMA COLOMBIANO.

Despues del sistema chileno el que ha dejado mas profundas huellas en el suelo es el sistema colombiano. Él hace parte de una zona muy ancha, cuyo círculo mediano pasa por la cordillera oriental de Colombia. Los polos de este círculo son situados por 40° 59′ de latitud sur y 5° 4′ de longitud este, 40° 59′ de latitud norte y 174° 56′ de longitud oeste; para establecer sus relaciones con las montañas de Chile, se ha calculado el azimuth del paralelo que pasa por Talcahuano y se ha igualmente indicado una parte de este paralelo sobre el mapa orográfico. El azimuth es 31°15′ N. E.

Puede verse que la costa de Chile desde la bahía de Arauco hasta las inmediaciones de Valparaiso, sigue su direccion ; y que la cordillera de la costa desde las serranías de Nahuelvuta hasta Curico, tiene la misma orientacion ; en fin la parte de la cordillera de los Andes que se

extiende desde el volcan de Calloqui hasta el de Peteroa, sigue aun la misma direccion. Pero no es únicamente en esta parte que se manifiestan las huellas del sistema colombiano, y se las puede seguir hasta en el desierto de Atacama. El paralelo que pasa por Nahuelvuta viene cortar la cordillera de los Andes cerca del Tupungato, y las altas crestas que desde ahí se dirigen hácia el valle de Santiago tienen su orientacion mas al norte; las montañas que dominan las quebradas de Jorquera y de Paipote, así como la cordillera de Atacama, siguen tambien el mismo rumbo.

SISTEMA PERUANO.

Los polos de la zona á la cual pertenece el sistema peruano son situados por 22° 41′ sur y 173° 56′ este, 22° 41′ norte y 6° 4′ oeste. Si por uno de estos centros se traza sobre un globo el paralelo que pasa por la embocadura del Biobio, puede verse que él sigue el curso de este rio desde su embocadura hasta el confluente del rio Bergara, y que por consiguiente los ramales de la cordillera de la costa que forman el valle que recorre, siguen la direccion de este paralelo. Un número bastante grande de las quebradas de Chile, así como numerosos ramales de los Andes, siguen el rumbo de este sistema : tales son los valles del Biobio, del Itata, del Maule, del Rapel, y del Maipo en las partes en que cortan la cordillera de la costa. Las crestas de montañas que dominan la quebrada del Maipo en la cordillera de los Andes, las de rio Juncal y del rio de Leiva, así como el extenso ramal que se desprende de la cordillera de doña Anna y va hasta las serranías de Agua amarga, y la cadena de montañas incluida entre Chañarcillo y el Cerro-Blanco, siguen tambien el rumbo de este sistema.

SISTEMA BRASILERO.

Se ha visto mas arriba que el círculo principal de la zona del Himalaya venia á encontrar la costa occidental de la América del Sur cerca de Cobija y que recorria este continente en su mayor anchura siguiendo la línea de vertientes que separa las aguas del Amazona de las del rio de la Plata. Los polos de esta zona son situados por 60° 42′ sur y 67° 50′ este, 60° 42′ norte y 112° 10′ oeste. El ángulo de este círculo con el meridiano de Cobija es 76° 36′ al noreste; la poca extension de Chile en la direccion de este á oeste no permite verificar con la exactitud requerida cuáles son las serranías y los valles que se refieren á este sistema; con todo hay un número bastante grande de estas cuyo rumbo se aparta pocó de el de este á oeste y parecen pertenecerle : tales son los altos crestones que forman los cerros del Potro y de doña Anna; el cordon de Chacabuco desde Montenegro hasta el portezuelo de San Pedro y los valles que recorren el rio del Volcan, el de las Leñas, el Laja y el rio Duqueco.

Las líneas de montañas que pertenecen á estos cuatro sistemas forman al cruzarse sobre el suelo de Chile una especie de red cuyas mallas constituyen las principales hoyas hidrográphicas miéntras los nudos corresponden á los puntos de mayor altura. Á estas encrucijadas, debe la cordillera de los Andes sus mas altas cimas y las hondas quebradas que la dividen en un número considerable de macizos; presentando así una larga serie de altas cimas que sigue el rumbo del sistema chileno, miéntras que las ramificaciones que se desprenden de ellas son los representantes de los otros sistemas.

Ántes de pasar al estudio de cada uno de estos macizos, es menester echar una ojeada sobre el conjunto de esta grande aglomeracion de cerros. La cordillera de Chile se

desprende de la grande meseta boliviana un tanto al sur de la ciudad de Potosi y conserva hasta una grande distancia el aspecto d'un extenso lomage, cuyas faldas bajan suavemente al este y al oeste, solo al sur del grado 27, es cuando viene á notarse que esta vasta prominencia que ha ido estrechándose mas y mas, viene á tomar el aspecto de una cadena de montañas, el cual se conserva hasta la extremidad del continente. Sobre la parte ancha que forma como la prolongacion de la meseta boliviana se ve levantarse de trecho en trecho algunas altas cimas alineadas sobre dos filas que forman los límites de estas altas tierras; estas dos líneas de cerros van acercándose mas y mas á medida que se extienden al sur y acaban por confundirse entre los grados 27 y 28; es entónces cuando la cordillera se presenta como formada por la reunion de los macizos de que se ha hablado anteriormente; de tal modo que las partes bajas que separan estos macizos deben considerarse como la continuacion de las altas tierras del norte. Considerada en su conjunto esta base que sostiene los macizos de los Andes presenta de norte á sur una inclinacion insensible á la vista aunque muy notable; en la parte que corresponde al desierto de Atacama, su altitud es la misma que la de la meseta boliviana, approximativamente de 4,000 metros; hasta el grado 34 los boquetes se mantienen á esta misma altura, pero mas al sur esta principia á diminuir mas y mas hasta llegar al estrecho de Magallanes donde alcanza el nivel del mar. Las alturas de las cumbres bajan tambien gradualmente como las de los boquetes; con todo presenta una excepcion muy notable entre los grados 32 y 34, siendo en esta parte que se encuentran las mas altas cimas de todo el continente: el Aconcagua que llega á 6,835 metros, el Mercedario, el Juncal y el Tupungato.

Estas altas cimas no corresponden siempre á la línea de

vertientes; el Aconcagua está situado al este de esta línea, y mas al sur se ve el Descabezado, el volcan de Chillan y la sierra Velluda levantarse á una distancia bastante grande y al oeste de esta línea. En toda la extension de la cordillera se nota que es por el lado del poniente que esta presenta las pendientes mas rápidas y mas escabrosas; miéntras que por el lado del oriente estas son mas suaves y los cordones que se desprenden de la cumbre se presentan bajo el aspecto de planos suavemente inclinados que van á perderse en las vastas llanuras de las Pampas. De trecho en trecho se nota por este lado algunas serranías paralelas á la línea de vertientes ó bien que llevan el rumbo del sistema peruano; son ellos que forman los límites de las grandes hoyas hydrográficas donde nacen los rios que llevan sus aguas al Atlántico ó los grandes tributarios del Plata. Tal es en general la estructura de esta extensa cadena de montañas, y para estudiarla de un modo mas perfecto pasarémos á considerar separadamente cada uno de sus macizos.

MACIZO DEL LLULLAILLACO.

Esto macizo se extiende desde el grado 24 hasta el 26 de latitud sur y abraza una grande parte de las cordilleras del desierto de Atacama; principia en el boquete de Antofagasta y se extiende hasta el del Indio-muerto. Lleva su nombre del volcan apagado de Llullaillaco, cerro que domina á todos los demas y cuya altitud llega á 6,173 metros. Hay otros cerros notables: son los del Indio-muerto y del Juncal; la altitud de este último es de 5,342 metros. De la base del Llullaillaco, se desprenden los cordones que se dirigen el uno al norte-noreste, el otro al sur-suroeste y forman la línea de vertientes de esta parte de los Andes.

Dos otros cordones, conocidos bajo los nombres de cordillera de Varas y cordillera de Varita, se desprenden de la misma base; el primero se extiende hácia el norte-noroeste y pertenece, por su rumbo, al sistema peruano; el otro se dirige al sur con una pequeña inclinacion al oeste hasta los cerros de Sandon, y corresponde al sistema chileno. El macizo del Llullaillaco resulta, pues, del cruzamiento de tres sistemas orográficos; el cordon que forma la línea de vertientes refiriéndose al sistema colombiano, el de los cerros de Sandon y de la cordillera de Varita al sistema chileno, y el de la cordillera de Varas al sistema peruano; este último es el que atravesando el desierto en la direccion del noroeste forma el límite sur de la grande hoya hidrográfica de Atacama, cuyo límite norte principia en los cerros de Tatia y sigue por los de san Bartolo y de Caracoles.

MACIZO DE DOÑA INÉS.

El que sigue inmediatamente al sur, es el macizo de Doña Inés, que está separado del primero por el boquete del Indio-muerto y se extiende al sur hasta el de Vega-seca; abraza así todo el espacio incluido entre 26° 30′ y 27° 20′. Su punto mas alto lo forma el cerro de Doña Inés, cuya altitud es de 5,559 metros. Los otros cerros que se hacen notar por su altura son el cerro de Azufre, situado cerca de la extremidad sur, y el cerro de la Ternera, el cual aunque á una distancia bastante grande de la línea de vertientes, conserva aun una altura de 4,449 metros. De la base occidental de Doña Inés, se desprende un alto cordon que va á rematar en el cerro de la Ternera y se extiende despues para formar la alta meseta sobre la cual está situado el mineral de Tres-Puntas. De esta misma meseta se desprenden dos ramales, el uno extendiéndose al noroeste, llega hasta Chañaral de las ánimas; el otro cuyo rumbo es el del sur-

suroeste, se extiende hasta Agua amarga cerca de Copiapo. Los cordones que forman la línea de vertientes entre el Indio-muerto y la Vega-seca, llevan el rumbo norte-noreste y se refieren al sistema colombiano. Se nota, ademas, un tercer ramal que nace cerca del boquete de las Castañas y va á rematar en el cerro de los Leones, frente al punto donde se juntan los rios de Jorquera y de Pulido. El sistema que predomina en la estructura de este macizo es el sistema colombiano; la línea de vertientes así como las quebradas de Paipote y de Jorquera, se refieren al sistema peruano. Se nota solo en el ramal que se dirige de Tres-puntas hácia Chañaral.

MACIZO DEL HUASCO.

Este macizo ocupa la parte de la cordillera incluida entre 27° 55′ y 28° 50′. Tiene por límite, al norte, las quebradas en que corren los rios de Copiapo y de Pulido; al sur está cortado por la quebrada del Huasco desde Ballenar hasta Juntas y despues, por las del rio del Tránsito y de Chollai. Una elevada serranía que se extiende en la direccion de este á oeste, forma la parte mas alta; es el cerro del Potro cuya altitud llega á 5,584 metros. De este cerro se desprenden cuatro cordones; los dos que forman la línea de vertientes siguen el rumbo del sistema chileno. El tercero, que es el mas extenso, llega hasta las inmediaciones de Copiapo en donde forma los cerros de Ojanco. Despues de haber seguido por un cierto espacio el rumbo este-oeste, se dirige al norte formando en esta parte las cordilleras de Manflas; un poco ántes de llegar al cerro Blanco, toma el rumbo del sistema peruano que sigue hasta el morro de Chañarcillo y despues se dirige nuevamente al norte. Este cordon es el que forma el límite austral de la hoya hidrográfica de Copiapo. Los cerros mas notables que lo forman,

son los cerros de Ojanco, las Pintadas, el morro de Chañarcillo, los Frailes, y el Cerro-blanco; este último alcanza una altitud de 3,017 metros.

El cuarto cordon se extiende hasta Ballenar; su direccion es la del oeste inclinándose un tanto al sur, y por consiguiente casi perpendicular á la del sistema peruano, ántes de llegar á la cordillera de la costa á la cual va unirse por el cerro de Barañan; este cordon envía un pequeño ramal en la direccion del sur, el cual se termina por el cerro de Chehueque, montaña de forma cónica y cuya cumbre llega á 1,970 metros.

MACIZO DE DOÑA ANNA.

Al sur de las cordilleras del Huasco se levanta el macizo de doña Anna incluido entre los 29° 30′ y 30° 20′. Su límite al norte es el valle del Huasco, y al sur el rio de Coquimbo. El punto que ocupa el centro de este macizo y que es tambien de una grande elevacion, pues alcanza 5,714 metros, es conocido bajo el nombre de cerro de doña Anna. Se halla situado un tanto al poniente de la línea de vertientes á la cual está ligado por un alto creston cuya direccion es la de naciente á poniente. La línea de vertientes sigue en esta parte al rumbo del sistema chileno; cerca de la extremidad norte su nivel baja rápidamente para formar un boquete, miéntras se levanta al sur donde forma una ancha meseta sobre la cual descansa el cerro de las Tortolas, punto culminante de todo el macizo y cuya altitud es de 5,918 metros; baja en seguida hasta el boquete de la Laguna, el cual alcanza todavía una altura de 4,528 metros.

Es del creston que une el cerro de doña Anna á la línea de vertientes que se desprenden los grandes cordones de la falda occidental; los otros que se dirigen al norte, están situados entre el rio Polinario, el rio del Medio y el rio de

Agua-fria y llegan hasta la quebrada del Huasco. El último es el mas largo; principia en el cerro de Peralta y llega hasta las Tres-cruces. Es tambien de este mismo cerro de Peralta que se desprende el cordon donde se hallan los cerros del Cinchado y de Agua-amargá y que se prolonga hasta las inmediaciones de Ballenar.

Los cordones que se desprenden por el lado sur son en número de seis, todos paralelos á la línea de vertientes, y se extienden hasta el rio de Coquimbo; están separados unos de otros por las quebradas en que corren los rios Turbio, de los Baños, de los Piuquenes, el rio de Tito, el de Guanta y el estero de Pucalume. En fin del alto de Peralta se desprende un último cordon que va al poniente y forma la alta meseta de Arqueros. Cortada en su mayor extension por la quebrada de Santa Gracia, esta meseta se une mas al norte á la cordillera de la costa por los cerros del Potrero-alto y de Salapora; este cordon es el que forma el límite sur de la hoya hidrográfica del rio de Coquimbo.

Los cerros mas notables de este cordon, son ademas de doña Anna y del cerro de las Tortolas : el cerro de Peralta, cuya altura alcanza 4,000 metros; los cerros de Agua-amarga, que llegan 3,218; el cerro del Potrero-alto 2,125, y el cerro del Paipaz 1,702.

MACIZO DE LA LAGUNA.

Este macizo ocupa la parte de cordillera incluida entre el rio de Coquimbo y el rio Rapel y se extiende desde los 30° 20′ hasta los 30° 45′, entre el boquete de la Laguna y el de los Patos. El punto mas alto es el cerro de la Laguna situado bajo los 30° 28′ de latitud y algo al poniente de la línea de vertientes; su altitud es de 5,172 metros. Dos hondas quebradas, donde corren el rio Claro y el rio Hurtado, dividen este macizo en tres partes que forman otros

tantos cordones que vienen á unirse en el cerro de la Laguna, y este se liga con la línea de vertientes por un creston cuyo rumbo es sur-sureste. Entre el rio Claro y el de la Laguna existe otro cordon que se dirige al norte y llega hasta enfrente de Guanta. El cordon situado entre el rio Claro y el rio Rapel, sigue al principio el rumbo norte-noroeste, hasta llegar al cerro de Uchumi, de donde se desprende un ramal que se dirige al norte, miéntras el cordon principal sigue el rumbo oeste y pasa por el cerro Negro, el Cinchado, Andacollo y el cerro del Toro hasta llegar á la cuesta de las Cardas, por la cual se junta con la cordillera de la costa. De este cordon se desprenden muchos otros ramales ; los que se dirigen hácia el valle de Coquimbo, son los de Pangui, de los Algodones, de Talca y de Cerro-grande.

El último cordon principia en las cordilleras de doña Rosa, y llega hasta enfrente de Ovalle ; es él que forma la línea de vertientes entre los rios Hurtado y Rapel. Al poniente de los cerros de doña Rosa forma la alta meseta de Guanta de donde salen los principales arroyos, que alimentan estos dos rios.

Los cerros mas notables de este macizo están situados al poniente de la línea de vertientes, y, sobre el cordon que forma el límite sur de la hoya hidrográfica de Coquimbo, son el cerro Negro, el Cinchado, el cerro de Uchumi ; el cerro del Toro situado en la extremidad oeste de este cordon alcanza todavía una altitud de 1,575 metros.

Las depresiones que separan este macizo tienen todavía una grande altitud ; la del portillo de la Laguna es 4,622 metros y la del boquete del Viento, de 4,226.

MACIZO DE CHOAPA.

Al sur del boquète de Valle-hermoso, la línea de vertientes toma el rumbo sur-sur-este; desde este punto hasta el grado 32 la cordillera no presenta ninguna cumbre notable y su mayor altura no pasa de 4,000 metros. Un poco al sur de este paralelo, vuelve á levantarse y se hace notar por el alto cerro del Mercedario, que forma el centro del macizo de Choapa y cuya altura es de 6,797 metros. La línea de vertientes, tomando en seguida la direccion del sur, baja rápidamente hasta el boquete de Valle-hermoso donde su altura es solo de 3,637 metros.

El macizo de choapa se extiende así desde los 30° 50′ hasta los 32° 20′ y abraza toda la parte de los Andes incluida entre el rio Grande y el rio de Leiva. Las principales líneas orográficas que contribuyen á su formacion, se refieren á cuatro sistemas; la linea de vertientes desde el boquete de Calderon hasta el cerro del Mercedario, pertenece al sistema peruano, miéntras la parte que sigue al sur de este cerro se refiere al sistema Chileno.

El cordon que se desprende de esta línea por los 31° 18′ y que pasa por el punto llamado el Cenizero, despues de haber formado las cordilleras de Cogoti y de Combarbala, se divide en dos ramas, de las cuales una sigue la orientacion del sistema peruano y va á rematar en el cerro de Huatulame; de ella se desprende el ramal que forma la línea de vertientes, entre los rios Tascadero y de Torca.

La segunda rama sigue desde el principio la orientacion del sistema colombiano y forma los cerros de Curimavia, cambia despues de rumbo y sigue el del sistema peruano hasta la cuesta de Valdivia por la cual se une á la cordillera de la costa; esta rama es la que forma el límite sur de la hoya hidrográfica del rio de Limari.

El cordon que se extiende entre los rios de Illapel y de Chalinga, se aparta de la línea de vertientes un poco al sur del boquete de las Tres-quebradas; su direccion es la del sistema colombiano; pero poco ántes de llegar enfrente de Illapel, toma la del poniente.

El último cordon que se hace notar por su grande extension se desprende del cerro de Molina situado un poco al sur del Mercedario. Desde este punto hasta el boquete de los Piuquenes, su direccion es la del sistema colombiano: toma en seguida un rumbo perpendicular á este, y despues de haber formado las cordilleras de Peteroa se extiende hasta la cuesta de Tilama por la cual viene á juntarse con la cordillera de la costa.

Las cumbres mas notables de este macizo son, ademas del cerro del Mercedario, la cordillera de Cogoti, cuya altura no pasa de 4,000 metros; el cerro de Huatulame, el cual, aunque situado á poca distancia de la costa, llega todavía 2,531 metros; sobre el cordon que va á rematar en la cuesta de Valdivia, se nota el cerro de Pama, cuya altura es de 2,068 metros; en fin el último cordon ofrece los cerros de Molina, que alcanzan 5,000 metros, el cerro de Nacimiento 3,815, y el Chamascado 3,436. Al sur-sureste del Mercedario se extiende la alta cordillera de la Ramada, que es como la prolungacion de la línea de vertientes situada al norte; esta cordillera es una de las que se extienden mas al oriente y ella es la que forma la division entre el rio de San Juan y el rio de Mendoza.

MACIZO DEL ACONCAGUA.

Este macizo, el mas alto de la cordillera de los Andes, se halla situado entre los 32° 20′ y los 32° 59′ de latitud sur. Está limitado al norte por el valle donde corre el rio de

Putaendo hasta el boquete de Valle-hermoso y al sur por el rio de Aconcagua. Apartado de los otros macizos de los Andes por boquetes comparativamente muy bajos, se presenta á lo léjos como una alta meseta siempre cubierta de nieve y dominada por la imponente cumbre que le da su nombre y cuya altitud es de 6,835 metros. Este macizo cortado casi á pique por todos sus lados, está encerrado entre el boquete de Valle-hermoso cuya altura es solo de 3,637 y el boquete de Uspallata que llega á 3,927 ; de modo que su cima excede de cerca de 3,000 metros la parte de cordillera que le sirve de base.

El cerro de Aconcagua no está situado sobre la línea de vertientes, sino á alguna distancia al este, y se junta con ella por un creston muy alto donde nacen á la vez el rio de San Juan y el rio de Mendoza. En esta parte la línea de vertientes atraviesa una alta meseta conocida con el nombre de Potrero-alto y de ella se desprenden los cordones que corren por el lado de Chile. El mas importante de estos es el que se extiende entre los rios de Aconcagua y de Putaendo; su forma es muy complicada; sigue desde el principio la direccion este-oeste; y al llegar enfrente de la quebrada de la Gloria, toma la del sur; enfin al llegar á los cerros de Jahuel, toma el rumbo norte-noroeste hasta el cerro de Orolongo en el cual viene á rematar. De este cordon se desprenden dos ramales: el uno que sigue la direccion del sistema chileno tiene su orígen cerca del Potrero-alto y forma el cerro de la Laguna; el otro ménos importante se extiende al oeste del rio Colorado.

El macizo del Aconcagua se hace notar entre los demas por sus formas escarpadas; cortado por hondas quebradas, encerrado entre paredes casi verticales, su aspecto es el de un enorme peñasco rasgado en todas direcciones y presentando un número considerable de picos que se levantan hasta la altura de 5,000 metros.

MACIZO DEL TUPUNGATO.

Limitado por los valles del Aconcagua y del Maipo, el macizo del Tupungato se extiende desde los 32° 59' hasta los 33° 31'. El portillo de los Piuquenes lo separa de la parte de los Andes que se extiende mas al sur; y es él que forma la region mas alta y mas escarpada de la cordillera; pues aunque ninguna de sus cimas alcanza la altura del Aconcagua, se acercan mucho á ella y forman en su conjunto una serranía mas elevada. El punto que domina á los demas, y forma el centro del macizo, es el cerro del Tupungato, cuya altitud alcanza 6,154 metros. Las grandes líneas orográficas que dibujan la forma de este macizo, pertenecen á los cuatro sistemas que se hacen notar en las otras partes de los Andes. Al sistema peruano pertenece la línea de vertientes desde el portillo de Uspallata hasta el Tupungato; y desde este cerro hasta el portillo de los Piuquenes, es la direccion del sistema chileno, la que se manifiesta. Un solo cordon notable por su extension y sus altos cerros se desprende por el lado de Chile; tiene su orígen al pié del cerro del Juncal cerca del límite norte del macizo de donde se dirige casi al poniente hasta el cerro de San Francisco; es en esta parte que se desprende el alto creston formado por las cordilleras de las Condes; miéntras que el cordon principal tomando el rumbo norte-oeste, viene formar las cordilleras de Peldehue y los cerros de Chacabuco, de donde se extiende al norte y forma las serranías de las Maitenes y de Culunquen que alcanzan hasta el rio de Aconcagua. Otro pequeño ramal se desprende de este cordon tomando la direccion del sur; es él que forma los cerros de Colina y de la Deheza y viene á rematar frente á Santiago en el cerro de San Cristobal.

Enfin otro cordon formado por cerros muy altos es el

que se desprende del Tupungato y, tomando el rumbo sur-sur-oeste, se extiende entre el rio Colorado y el rio del Yeso; es á él que pertenece el cerro de S. Laurenzo nombrado por sus minerales de plata.

El macizo del Tupungato se hace notar por un número considerable de altas cimas; ademas del cerro que le da su nombre, la línea anticlinale presenta el cerro del Juncal, cuya altitud es de 6,151 metros; el cerro de los Leones, el de los Alcones, el del Peñon, que se levantan sucesivamente al oeste del Juncal, aunque mas bajos que este, conservan todavía una grande altura y se muestran cubiertos de nieves permanentes. En el grande creston que forma la cordillera de las Condes, se notan el cerro del Plomo y el de San Francisco; el primero alcanza 5,779 metros y el segundo 5,573. Despues de haber bajado rápidamente hasta alcanzar un nivel de 2,000 metros, este creston se levanta y forma en frente de Santiago el cerro de San Ramon, cuya altura es de 3,091 metros.

Los dos portillos que limitan este macizo, el de Uspallata y el de los Piuquenes alcanzan todavía una grande altura : la del primero es de 3,927 metros y la del segundo 4,200.

MACIZO DEL MAIPO.

Este macizo se levanta entre las hondas quebradas por donde corren por una parte el rio Maipo y por otro el Cachapual. Separado del anterior por el portillo de los Piuquenes, se extiende al sur hasta el portillo del Yeso, y ocupa así sobre la línea de vertientes el espacio incluido entre los 33° 30′ y los 34° 25′.

Las direcciones de las dos grandes quebradas que le sirven de límites corresponden al sistema peruano y al equador del sistema colombiano. Estas mismas direcciones se obser-

van tambien en los principales crestones así que las de los sistemas chileno y colombiano.

La parte central de este macizo está formada por un equeño grupo de conos volcánicos, de los cuales el mas alto alcanza cerca de seis mil metros (5,947); y es de esta eminencia volcánica que se desprenden los dos cordones que forman la vertiente occidental de esta parte de los Andes. El del norte es de poca extension, pero se hace notar por su altura; es el que forma la cordillera de los Piuquenes situada entre el rio del Yeso y el rio del Volcan.

El cordon del sur mucho mas extenso tiene su orígen cerca de la laguna del Diamante, forma durante un cierto espacio la línea de vertientes, por los 34° 12′, siguiendo en toda esta parte el rumbo del sistema chileno; despues se dirige al norte-oeste y al norte, donde forma los cerros de la Compañía y de San Pedro Nolasco. Varios ramales que se dirigen hácia el norte-oeste, se desprenden de este cordon; el mas notable es el que principia por los 33° 55′ y viene á rematar en los cerros de Pilque y del Principal. Otro ramal que parte del mismo punto se dirige hácia la angostura de Paine; y viene á juntarse con los cerros de Aguila y de Acelu; es este cordon que debia formar antiguamente el límite austral de la hoya hydrográfica del Maipo; pero hoy este límite está situado mas al sur; el terreno de accareo depositado por el Cachapual ha levantado poco á poco el nivel del llano, y los esteros que bajando de este cordon iban á desembocar en el Cachapual, han tenido que tomar la direccion del norte y abrirse un camino por la angostura de donde van á echarse en el Maipo.

Los cerros mas notables de este macizo son ademas de los volcanes de Maipo, la cordillera de los Piuquenes cuyas puntas mas altas son comprendidas entre 4,000 y 4,500 metros; el cerro de la Paloma, situado en la cordillera de la

Compañía y cuya altitud es de 5,072 metros. El cerro de S. Pedro Nolasco situado á la extremidad norte del cordon principal alcanza á 3,339 metros; en fin el portillo del Yeso que forma el límite sur de este macizo, no tiene mas que 2,602 metros, de modo que la línea de vertientes presenta en esta parte una grande inclinacion bajando de 5,947 metros á 2,602.

MACIZO DEL TINGUIRIRICA.

El macizo del Tinguiririca ocupa todo el espacio incluido entre el rio de la Leña, el Cachapual y el Teno; y se extiende así desde los 34° 45′ hasta los 35° 10′, siendo cortado al norte por el portillo del Yeso y al sur por el del Planchon.

La parte central está formada por un alto creston que principia por el Altos de los Mineros y desde ahí se dirige al este un tanto sur hasta encontrar la línea de vertientes. Esta sigue el rumbo del sistema colombiano y es así casi perpendicular al creston central; es del punto en que estas dos líneas vienen á cruzarse, que se desprenden los grandes cordones de este macizo. Uno de ellos que se dirige desde el principio al norte-norte-oeste se extiende entre el rio de los Cipreses y el rio Cortaderal. Otro mucho mas extenso corre casi al oeste y despues de haber formado la cordillera de Talcarehue, viene á perderse en el llano un tanto al sur de Rengo donde forma la cuesta de los Barriales. Es de este cordon que se desprende el ramal situado al poniente del valle de los Cipreses y forma los cerros de Cauquenes y del rio Claro.

En fin un tercero cordon paralelo al que antecede, nace cerca de la extremidad sur del macizo, forma los cerros de la Puerta y de Huemau y se reune á la cordillera de la

costa por la eminencia llamada Cerrillos de Teno, este cordon que forma el límite sur de la hoya del Tinguiririca. Los cerros mas notables por sus alturas son el Alto de los Mineros, cuya altitud es de 4,930 metros; el cono volcánico del Tinguiririca, que alcanza á 4,478; y cerca de la extremidad oeste el cerro de Traucalan donde viene á rematar el ramal de Cauquenes, y que alcanza á 1,270 metros. En fin el cerro del Membrillo y el Pan-de-azucar situados á las extremidades de los otros cordones, tienen por alturas el primero 1,180 metros y el segundo 697.

Es al partir de este macizo que la cordillera de los Andes principia á bajar de un modo muy notable; pues toda la parte que se extiende mas al sur no presenta ninguna cumbre que llega á una altura de mas de 4,100 metros; y los portillos que dividen los macizos no alcanzan 3,000 metros, siendo este del Planchon el último que sobrepuja un tanto esta altura.

MACIZO DEL DESCABEZADO.

Situado entre los 35° 30′ y 35° 40′ de latitud, el macizo del Descabezado comprende todas las cordilleras incluidas entre el rio de Teno y el rio Maule. Èl portillo del Planchon al norte y el de S. Martin al sur, son las depresiones que lo separan de los otros macizos. Las líneas orográficas que dibujan sus formas, se refieren las unas al sistema Peruano, las otras al sistema colombiano y á la perpendicular, sobre la alta meseta que forma este macizo, se levantan varios conos volcánicos entre los cuales el de mas altura lleva el nombre de cerro Colorado. La línea de vertientes es muy irregular; despues de haber formado una grande curva entre el cerro Colorado y el Descabezado chico, ella toma la direccion del sur-este, siendo así paralela al sistema Peruano.

Desde la vertiente oeste del cerro Colorado se desprenden tres cordones, de los cuales dos siguen el rumbo del sistema colombiano y forman las alturas comprendidas entre los rios Colorado, de S. Pedro y de S. José. El tercero, situado mas al norte, sigue desde el principio el mismo rumbo; toma despues la direccion del norte-norte-oeste y viena á rematar en los cerros de Upeo.

Al poniente de la línea de vertientes se extiende la meseta que sostiene los dos volcanes del Descabezado-grande y del cerro Azul; y de la cual se desprenden las ramificaciones que se extienden hácia el valle del Maule y el llano de Talca. La mas importante es la que corre entre el rio Claro y el Lontue; toma su orígen al pié del Descabezado, forma las serranías de las Tres-cruces, el cerro del Imposible, y concluye en el cerro de Traruñez.

Tres otras ramificaciones mucho ménos extensas, parten del cerro Azul y de las Lagunillas y se dirigen al sur-sur-oeste.

Los cerros mas notables que encierra este macizo, son en primero lugar el Descabezado, poderoso cono volcánico cuya cima está ocupada por un ancho cráter, circonstancia á la cual debe su nombre de Descabezado; un poco al sur se levanta el cerro Azul que tenia tambien un vasto cráter; pero la parte norte se ha desrumbado y no queda mas que uno de los bordos, lo que le da la forma puntiaguda que presenta hoy dia. Estos dos cerros tienen casi la misma altura, el Descabezado alcanzando á 3,888 metros y el cerro Azul á 3,760, miéntras que la altura del cerro Colorado es de 4,039 metros; enfin cerca de la extremidad norte se levanta el volcan de Petorca cuya altitud es de 3,615 metros, y en el medio del macizo el Descabezado-chico que alcanza 3,330.

MACIZO DEL MAULE.

El macizo del Maule se asemeja mucho al que precede; como este presenta una ancha meseta, profundamente rajada por hondas quebradas y sobre la cual se levantan numerosos cerros volcánicos. Este macizo ocupa casi un grado de extension en la direccion de norte á sur y comprende toda la parte de cordillera incluida entre los 35° 40′ y los 36° 45′. Las cortaduras que lo limitan son al norte el portillo de S. Martin y al sur el de Choreo. Su estructura es muy complicada y presenta numerosos crestones cuyas direcciones se refieren principalmente á los sistemas chileno y peruano. El punto mas alto está situado cerca de la extremidad norte, lo forma el cerro del Campanario, poderosa masa de rocas volcánicas cuyas formas recuerdan las ruinas de algun antiguo castillo y que se levanta á 3,996 metros. Por el lado del sur sucedense varias mesetas de altura muy inferior; estas forman la línea de vertientes y se extienden hasta el portillo de las Barrancas. Al oeste de esta línea se presenta un vasto circo cuyo centro está ocupado por la laguna del Maule; lo forman numerosos cerros volcánicos, principalmente por el lado del sur y del poniente. Un solo cordon de una grande extension se desprende por el lado del sur; su direccion es desde el principio, va de norte á sur hasta enfrentar el valle del Ñuble; despues toma el rumbo norte-norte-oeste y forma así las cordilleras de Semita. De este mismo cordon, se desprenden dos ramales que se dirigen al norte; el uno comprendido entre los rios Maule y Melado es de corta extension; el otro forma el nevado de Longavi y se prolonga desde ahí hasta el Maule, formando los cerros de Longavi, del Melado y del Frutillar. Ademas del cerro del Campanario que es la

cumbre mas alta de este macizo, se nota el cerro de las Yeguas entre el Maule y el rio Melado, cuya altura es de 3,657 metros, y el nevado de Longavi, el cual alcanza á 3,181.

MACIZO DE CHILLAN.

Á este macizo pertenece toda la parte de cordillera incluida entre el Ñuble y la Laja, y se extiende así desde los 36° 45′ hasta los 37° 22′, siendo separado de los demas por los portillos de Choreo y de Pichachen. La parte central se halla ocupada por los dos grandes cerros volcánicos llamados el Nevado y el volcan Viejo, los cuales son situados algo al poniente de la línea de vertientes á la cual vienen reunirse por un creston de bastante altura que se dirige al sur-sur-este. La direccion de la línea de vertientes es la del sistema chileno y su altura es bastante inferior á la de la parte situada mas al poniente. De esta línea se desprenden al sur dos cordones separados por la quebrada de la Polcura que se dirigen al sur-sur-oeste. El primero principia en el punto en que el creston que une la línea de vertientes con los volcanes de Chillan viene encontrar esta línea y se extiende entre la laguna de la Laja y el rio de la Polcura. El segundo se desprende del volcan Viejo, forma los cerros del Calabozo y el cerro Negro, bajando despues rápidamente hasta el rio de la Laja donde llega cerca de Tucapel.

La parte norte-oeste de este macizo no presenta ningun cordon notable; su forma es la de un ancho plano inclinado al oeste y cortado por hondas quebradas en las cuales corren los rios de Cato, de Chillan, de Larqui, y de Digulin.

La altura de esta parte de la cordillera es muy inferior á las demas al norte; aunque visto á distancia el nevado de Chillan parezca tener una grande elevacion, su altitud

no alcanza 3,000 metros y es solo de 2,904; el volcan Viejo es un tanto mas bajo así que el cerro de la Polcura. Los portillos que isolan este macizo son igualmente muy bajos; el de Choreo llega á 2,000 metros y el de Pichachen á 2,176.

MACIZO DEL ANTUCO.

Entre la Laja, el Biobio y el rio de Trapa-trapa, se levanta el pequeño macizo en que está el volcan de Antuco, y la sierra Velluda; esta última es la cumbre mas alta y debe su nombre á un extenso ventisquero que ocupa la parte norte-este y cuyas agujas de hielo aparecen desdes léjos como una especie de vello. Este cerro se halla situado bastante al oeste de la línea de vertientes á la cual está reunido por un creston que va de oeste á este; y es así perpendicular á esta línea cuya direccion es la del sistema chileno. Los principales cordones se desprenden de la sierra Velluda; el uno que es como la prolongacion del creston de que hemos hablado, se extiende entre la Laja y el rio Duqueco; el otro sigue el rumbo sur-sur-oeste; de este se desprenden dos ramales, uno dirigido al poniente y que llega hasta la confluencia del Biobio y del rio de Trapa-trapa, el otro sale un tanto al poniente de la cuesta Azul y se dirige al sur; este macizo no presenta mas que dos cerros notables: la sierra Velluda, cuya altitud es de 3,472 metros, y el volcan de Antuco, que alcanza 2,762.

MACIZO DEL LONQUIMAI.

El macizo del Lonquimai está formado por la parte de los Andes que ocupa el espacio incluido entre el rio de Trapa-trapa y el rio Malleco, extendiéndose así desde los 37° 45′ hasta los 38° 30′. El rumbo que sigue la línea de

vertientes en toda esta parte, es el del sistema colombiano ú del norte-norte-este al sur-sur-oeste. Cerca de la extremidad sur y de la base del Lonquimai, se desprende un grande cordon que se extiende al norte y cierra por el poniente la honda quebrada en que corre el alto Biobio. Es de este cordon conocido bajo el nombre de cordillera de Pemehue que se desprenden todos los ramales que vienen á rematar en el valle longitudinal, y entre los cuales corren los principales afluentes del Biobio.

Las alturas que dominan este macizo son al norte los dos volcanes de Trilope y de Callaqui; este último notable por sus grandes dimensiones y su ancho cráter alcanza una altitud de 2,972 metros; al sur se levantan los dos conos del Lonquimai de los cuales el mas alto tiene 2,953 metros. La base que sostiene estos volcanes pasa poco de 2,000 metros; la cordillera de Pemehue alcanza en ciertos puntos esta altura y presenta por el lado del poniente una pendiente suave compuesta de largos planos inclinados que vienen á perderse en el llano.

MACIZOS DEL YAIMAS Y DEL VILLARICA.

Esta parte de la cordillera es todavía muy poco conocida; vista desde las alturas de Nahuelvuta, presenta dos macizos separados uno de otro por una honda cortadura; el del norte, lo domina el volcan de Yaimas notable por su altura y la regularidad de su forma; está situado por los 38° 45′ 42″ sur, y su altitud es de 3,011 metros. La base que lo sostiene es de poca altura; se prolonga por el lado del poniente en un cordon que llega hasta los cerros de Quecherehue de donde se extiende hasta la cordillera de la costa, formando así el límite sur de la hoya hydrográfica que alimenta el Biobio.

En el macizo del sur se notan dos cerros nevados, el volcan de Villarica y el Quetropillan, siendo este último situado al sur-este del primero. La altitud del Villarica es de 2,837 metros, y la del Quetropillan de 3,688. Es del Villarica que se desprende el cordon que forma el límite sur de la hoya del Cauten.

MACIZO DE PANGUIPULLI.

Este macizo abraza la parte de la cordillera incluida entre el rio Tolten y el lago de Mahihue. Se nota en él varias cumbres nevadas, y como partes sobresalientes el volcan de Panguipulli y el de Lajara. La línea de vertientes que es bastante irregular sigue en su conjunto el rumbo del sistema chileno; es de poca altura á pesar de notarse en ella algunos crestones nevados.

Por el lado del poniente se desprenden de este macizo numerosos cordones, que afectan la forma de largos planos inclinados hasta el valle longitudinal. Los mas extensos encierran el valle que contiene las lagunas de Lajara y de Rinihue. Un tercero cordon que se desprende del cerro Mocho, cerro situado un tanto al sur de la laguna de Lajara, se dirige á oeste-sur-oeste y forma cerca de su extremidad los cerros que dominan por este lado la laguna de Ranco. Enfin es de este mismo cerro que parte la línea de vertientes que se extiende desde ahí hasta el portillo de Mahihue.

MACIZO DEL OSORNO.

Es este el últino macizo de la cordillera de Chile cuya estructura ha sido el objecto de algunos estudios; comprende toda la parte incluida entre el rio Bueno y el rio Peula. La parte culminante forma el cerro del Tronador, poderosa masa de trachyta cubierta casi enteramente de nieve y que

debe su nombre á los ruidos frequentes que causan las aludes. Este cerro está situado sobre la línea de vertientes que desde ahí se dirige al norte-norte-oeste hasta el Tejado, á principiar del cual se dirige directamente al norte hasta el portillo de Mahihue; y es de esta última parte que se desprenden los cordones que ocupa la vertiente occidental. Uno de ellos que tiene su orígen cerca de la extremidad norte toma la direccion del sur-sur-oeste y llega hasta el lago de Puyehue; se desprenden de él por el lado del norte varios ramales entre los cuales corren los torrentes que van á echarse en la laguna de Ranco. El último de estos ramales forma la serranía de Golgol, vasto plano inclinado al poniente y cortado por hondas quebradas que forman el cauce de los principales afluentes del rio Pilmaiquen.

Dos otros cordones de menor extension tienen su orígen en el mismo cerro del Tejado; el uno ocupa el intervalo entre los lagos de Puyehue y de Rupanco; el otro corre directamente al oeste hasta el cerro Puntiagudo, despues al sur-sur-oeste, y viene á rematar en el magnífico cono formado por el volcan de Osorno; enfin un portillo muy bajo y casi al nivel del llano reune este cordon con el volcan de Calbuco de donde se prolonga hasta el golfo de Reloncavi.

De la parte sur del Tronador se desprenden otros cordones todavía poco conocidos; y uno de ellos forma el alto creston que se levanta al sur del lago de Todos-los-Santos.

La parte de la cordillera de Chile que se extiende desde el volcan de Osorno hasta el estrecho de Magallanes, está todavía desconocida. Por el lado del poniente el mar llega hasta su pié y su aspecto es muy escarpado; presenta de distancia en distancia algunas cumbres cubiertas de nieve, separadas unas de otras por hondas depresiones y que deben formar los centros de otros tantos macizos. En frente de la isla de Chiloe, entre los grados 43 y 45, se levantan el Min-

chimavida, el Corcovado y el Yanteles considerados como volcanes y cuyas altitudes son respectivamente, 2,440, 2,285 y 2,050 metros; al este de la península de Taytao se divisa otro cerro nevado cuya altura es todavía desconocida; enfin por los 50° 30′ se levanta el monte Stokes que alcanza á 1,947 metros y cerca del estrecho de Magallanes el monte Burney cuya altitud es de 1,766 metros.

La Tierra-de-Fuego se manifiesta como el último rastro de la cordillera de los Andes; la atraviesa en su parte sur una pequeña cadena de montañas, cuyo rumbo es perpendicular al del sistema colombiano; en ella sobresalen el monte Darwin cuya altura es de 2,130 metros y el monte Sarmiento que alcanza á 2,073.

CORDILLERA DE LA COSTA.

La cordillera de la costa no presenta como la de los Andes una línea continua de cerros; está cortada de trecho en trecho, sea por los valles que desembocan en el mar, sea por llanos mas ó ménos extensos. Su direccion general es la del sistema chileno; pero presenta trechos bastante grandes en que esta direccion se refiere á la del sistema colombiano; tal es la parte que corresponde á las provincias de Concepcion, de Ñuble, de Maule y de Talca.

Los cerros que forman esta cordillera no tienen el aspecto escarpado de los Andes, sus pendientes son suaves, sus formas redondeadas, y se presentan como largas lomas cuya altura pasa raras veces de 2,000 metros, ó bien forman anchas prominencias suavemente onduladas que van bajando gradualmente en la direccion del mar. Los numerosos trozos que constituyen esta cordillera son casi todos ligados á la de los Andes por cordones trasversales y en algunas partes, como sucede en las provincias de Coquimbo y de

Aconcagua, las dos cordilleras se reunen en una sola.

La cordillera de la costa siendo así dividida en varios segmentos, vamos estudiar cada uno de ellos principiando por los del norte.

SEGMENTOS DEL DESIERTO DE ATACAMA.

La cordillera de la costa principia en el desierto de Atacama un tanto al norte de Cobija donde está separada de la meseta boliviana por el valle del rio Loa; forma así un primero segmento que llega hasta los 23° 10′ donde está cortado por una ancha quebrada llamada del Medano. Al sur de esta quebrada se presenta otro segmento que se levanta rápidamente hasta los cerros de Naguayan, de los cuales nace el cordon que va á rematar en el cerro Gordo. La cumbre baja en seguida gradualmente hasta los 23° 44′, donde la quebrada de Mateo viene á formar un nuevo tajo.

Al sur de esta última quebrada, se levanta el morro de Jorgillo, alto promontorio que se avanza en el mar y que se reune por un pequeño cordon á los cerros de Jara que alcanzan una altura de 1,400 metros. Desde este punto hasta la quebrada de Taltal, la cordillera de la costa se levanta inmediatamente sobre el mar ofreciendo pendientes muy rápidos y raras ensenadas. Desde el cerro de Jara la línea de vertientes va subiendo gradualmente y alcanza su mayor altura un tanto al norte de Paposo donde está dominado por el cerro de Parañal cuya altitud es de 2,034 metros. Es de este segmento que se desprende á la altura del cerro de Jara el cordon que se dirige al este y se extiende hasta la salitrería llamada Agua-dulce.

Entre Taltal y Chañaral-de-las-ánimas, se levanta otro grupo de cerros que tienen el mismo aspecto y la misma altura mediana que el anterior; pero que no tienen ninguna

cumbre sobresaliente, como es la del Parañal; es de él que se desprende el cordon que forma el límite sur del desierto de Atacama y que comprende los cerros de Cachiyuye, los cuales se juntan con la cordillera de los Andes por la serranía de Sandon.

En toda esta extension el desnivel entre el vertiente occidental y el vertiente oriental de los Andes es muy notable; por el lado del mar los cerros son escarpados y de un acceso difícil, miéntras que al este presentan pendientes suaves que se confunden insensiblemente con el llano. La altura mediana de este, cerca de la cordillera de la costa, está comprendida entre 600 y 1,000 metros y sigue despues levantándose gradualmente hasta el pié de la cordillera de los Andes.

Á la altura de Chañaral, el llano desaparece y le sucede ancho plano inclinado que va levantándose gradualmente desde el mar hasta los Andes ; es sobre este plano que están situadas las minas de Tres-puntas ; su extremidad occidental forma los cerros de la costa que se levantan entre Chañaral y el puerto de Flamenco; al sur está cortado por la quebrada de Paipote que llega hasta la línea de vertientes de los Andes.

Al sur de la alta meseta de Tres-puntas la cordillera de la costa desaparece sobre una distancia bastante grande, manifestándose únicamente por algunas lomas de poca elevacion y que, separadas de trecho en trechopor llanos de arena, presentan el aspecto de un pequeño archipielago que sigue la direccion de esta cordillera; esta disposicion se manifiesta hasta la quebrada del Huasco, al sur de la cual el terreno se levanta de nuevo para formar el segmento de S. Juan incluido entre esta quebrada y la de los Choros. Es de la parte mas alta de este grupo de cerros que se desprende la línea anticlinale que forma el límite sur de la hoya del Huasco ; no la forma ningun cordon; si no dos planos

inclinados en sentido opuesto y cuya línea de interseccion llega hasta los cerros de Agua-amarga.

Por el lado del sur este macizo está dividido en dos cordones por la quebrada de Zapallos, la cual bajando directamente al sur viene desembocar en la de los Choros. El mas occidental de estos cordones produce un pequeño ramal que toma la direccion del oeste y lleva el nombre de loma de los Cristales; es él que forma el límite entre las provincias de Coquimbo y de Atacama.

Los cerros mas notables de este grupo son el cerro de S. Juan, cuya altitud es de 882 metros, y el cerro de Pajonal que alcanza á 1,985.

SEGMENTOS DE LA PARTE MEDIANA.

Despues de haber bajado gradualmente desde Cobija hasta la quebrada del Huasco, la cordillera de la costa se levanta de nuevo en las provincias centrales, y su altura sobrepuja en algunos puntos los 2,000 metros. Desde el principio se nota el segmento formado por los cerros de la Higuera, del Barco y de Salapora, incluido entre la quebrada de los Choros y la de Coquimbo.

La parte central está ocupada por el cerro de Salapora del cual se desprenden dos cordones; el uno, que se extiende al sur un tanto oeste, sigue la quebrada de Santa Gracia y viene á rematar en el cerro del Brillador cerca de la Serena. El otro, mucho mas extenso, se dirige desde el principio al sur-sur-oeste, forma los cerros del Barco, en se guida los de la Higuera y viene á rematar en el cerro de Juan Soldado al norte de la bahía de Coquimbo.

Los cerros mas notables por sus alturas son el de Salapora que alcanza á 1,816 metros, el cerro Blanco sobre el pri-

mero cordon que tiene 1,202, el de Juan Soldado 1,266 y el Brillador 1,106.

Al sur de la bahía de Coquimbo y hasta el rio Limari, la cordillera de la costa se presenta como una expansion del grande cordon que baja de los Andes hasta la cuesta de las Cardas ; es en frente de esta cuesta que se levanta la cumbre mas alta, el cerro Blanco, y desde ahí los cerros van bajando gradualmente de altura tanto del lado de Coquimbo como del lado del Limari. Por el lado del este, despues de haber formado los cerros de Panulcillo, el cordon que se dirige hácia el Limari se levanta de repente y forma una especie de cúpula que es llamada cerro de Tamaya. Este cerro con el cerro Blanco son los únicos que se hacen notar por sus alturas ; el primero tiene 1,278 metros y el segundo 1,302.

Entre el rio de Limari y el de Choapa la cordillera de la costa ofrece la misma disposicion, es tambien la extremidad de uno de los grandes ramales de los Andes, y la separacion que corresponde al valle longitudinal está señalada únicamente por un portillo de bastante altura, es él que corresponde á la cuesta de Pama. Al poniente de esta cuesta se levanta á la altura de 2,068 metros el cerro que lleva el mismo nombre y del cual se desprenden los cordones que constituyen este grupo. Ellos siguen generalmente la direccion de norte á sur y vienen á juntarse con una línea mediana que se extiende desde el cerro de Pama hasta el mar. El mas oriental de estos cordones sigue por la parte del poniente el valle de Huatulame y concluye en los cerros de la Laja.

Otro cordon se desprende del cerro Blanco, sigue el mismo rumbo ; y despues de haber formado el cerro de Punitaqui, se extiende hasta cerca del rio Limari. Enfin al poniente de este cordon se observa una excelsa meseta in-

clinada hácia el mar y que lleva el nombre de Altos de Talinay.

Los cordones que se desprenden por el lado sur de la línea trasversal son mucho mas cortos, el uno que principia en el cerro de Pama sigue al poniente la quebrada de los Hornos, toma despues la direccion oeste y viene á concluir cerca de Mincha : es este el mas extenso; los otros dos comprendidos entre él y los cerros de la costa, se levantan entre los rios de Llancaven, de Ramadilla, y de la Iglesia.

Un solo cerro se hace notar por su altura, es el cerro de Pama que alcanza á 2,068 metros; está separado de las últimas ramificaciones de los Andes por el Portillo que sirve de paso entre Illapel y Combarbala, y cuya altura es de 1,844 metros.

Inmediatamente al sur del rio Choapa, la cordillera de la costa se une sin interrupcion con la de los Andes; todo el espacio incluido entre la línea de vertientes y el mar no presenta mas que una vasta aglomeracion de cerros cuya altura va minorando gradualmente á medida que se acercan del mar. Con todo la depresion que corresponde al valle longitudinal se hace notar por algunos boquetes como es el de la cuesta de Tilama que sirve de division á dos largas quebradas al poniente de las cuales se levanta la serranía llamada Cortadera y que representa la prolungacion de la cordillera de la costa. Otra línea de cerros parallela á esta se extiende desde el rio de Camisas hasta Petorca y se halla separada de la cordillera de los Andes por el portillo del Pedernal; es de esta última serranía que se desprenden los cordones que se dirigen al poniente y que son en número de tres; el del norte principia en la cuesta del Pedernal, pasa al norte de Pupido, por la cuesta de las Vacas, y viene á rematar en los cerros de Millaguas y de Cazuto. El cordon del medio separado de este por el rio de Quilimari, tiene

su nacimiento en la Cortadera y se extiende entre este rio y el de Conchali; enfin el tercero cordon se desprende de la misma serranía extendiéndose entre los rios de Conchali y de Longotoma y viene á concluir en la costa por el cerro de Santa Inez.

La serranía de la Cortadera es la parte mas alta de las que pueden considerarse como pertenecientes á la cordillera de la costa; su altitud es de 1,861 metros; el cerro de Santa Inez alcanza á 873 y la cuesta de las Vacas á 988.

Entre los valles de la Ligua y de Aconcagua, se levanta un grupo de cerros apartado de la cordillera de los Andes por el boquete de la Jarilla y el valle de Putaendo. Este grupo que debe considerarse como una parte de la cordillera de la costa, se compone de dos pequeñas cadenas cuyo rumbo es el de norte á sur; la mas oriental conocida bajo el nombre de Altos de Putaendo, comprende el cerro del Tajo, la cuesta de los Ángeles y el cerro del Potrero-alto.

La serranía occidental, que lleva el nombre de Altos de Catemus, está ligada á la primera por un boquete llamado el Sauce y está formada por los cerros de Curichilonco del Cobre y de Catemus, extendiéndose así desde el rio de la Ligua hasta el de Quilota; esta serranía muy fragosa presenta por el poniente pendientes muy rápidas que bajan al valle de Purutun; de su extremidad norte se desprende un cordon que se hace notar por un cerro puntiagudo, el cerro de la Horqueta, y baja despues rápidamente hasta la cuesta del Blanquillo, para unirse con las lomas que se extienden hasta el mar y forman los cerros de Catapilco, de Puchuncavi y de Colmo.

Los cerros notables de este segmento son el cerro del Potrero-alto cuya altitud es de 1,970 metros; el cerro del Tajo 2,315 y el cerro de Curichilonco 2,212. La parte mas baja de la cadena oriental, que corresponde á la cuesta de

los Ángeles alcanza todavía una altura de 1,382 metros.

Entre los rios de Aconcagua y de Maipo, se levanta la cadena formada por los cerros del Roble, del Coliguay, de la Petarra, de Prado y de Chiñihue. Es de esta cadena cuya altura va minorando gradualmente de norte á sur que se desprenden los cordones que vienen formar las serranías de la costa. Su direccion es de norte á sur y su estructura bastante complicada. De la parte norte que corresponde al cerro del Roble se desprende un alto cordon que forma el cerro de la Campana y baja en seguida al boquete de S. Pedro de donde se levanta de nuevo para formar el cerro de Tavolango.

Otro cordon mucho mas extenso y no ménos alto se desprende del cerro de la Viscacha, parte norte de los Altos de Coliguay, y forma el cerro de la Chapa, alta serranía que se dirige al poniente y de la cual parten dos ramales; el uno que corre al poniente forma los cerros de Marga-marga, de Limachi y de Quilpue; el otro lo forman los cerros de Tapihue, de la Vinilla, de la Palmilla, de la Palma, de Puangue y de Sª Diego, donde viene alcanzar el rio Maipo; su direccion es la del sur-sur-oeste; un pequeño ramal se desprende de él á la altura de Tapihue; es él que forma los cerros de los Vasquez, de Orosco, de las Palmas, y viene a rematar en las lomas de Valparaiso; otros se desprenden igualmente de los cerros de la Palmilla y de las Palmas y son ellos que forman las lomas inclinadas que se presentan entre el estero de Casa-blanca y el de Carthagena, miéntras la extremidad de este grande cordon forma las lomas de S. Antonio. Enfin del cerro de la Petaca parte el último cordon que forma los cerros de Prado, de Mallarauco y de Chiñihue, y viene á rematar en frente de Mellipuilla.

En esta parte de la cordillera de la costa se cuenta un número considerable de cerros notables por sus alturas.

El que sobresale es el cerro del Roble, cuya altitud es de 2,210 metros; vienen en seguida el cerro de la Viscacha, que llega 1,981, el cerro del Coliguay 2,028, y el cerro de la Petaca 1,855. Sobre el cordon del norte el cerro de la Chapa alcanza á 1,981 y la Campana de Quillota 1,842.

Los cerros que pertenecen al cordon del medio son mas bajos; el de la Vinilla tiene solo 1,633 metros, el de la Palmilla 1,215, y el cerro de San Diego que forma la extremidad de este cordon, tiene solo 526 metros.

Los boquetes que de trecho en trecho cortan estas serranías van minorando de altura de norte á sur; el mas alto es el del Alvarado que comunica del valle de Quillota al de Limachi, tiene 1,529 metros; el de la Dormida que pone en comunicacion el valle longitudinal con el de Limachi, alcanza 1,514 metros, y el de Pichiculen 1,407. Mas al sur se halla la cuesta de Prado que llega á 749 y sobre el cordon del medio la cuesta de Zapata que tiene 620 metros de altura.

Al sur del rio Maipo los diferentes segmentos que forman la cordillera de la costa se apartan mas y mas del pié de los Andes, dejando en el intervallo los llanos que forman el valle longitudinal cuya extremidad norte corresponde á la hacienda de Batuco. Desde el principio este valle está cortado por algunas angosturas como la de Paine y la de los Barriales; pero al sur de este último se extiende sin interrupcion hasta el Seno de Reloncavi; y la cordillera de la costa forma una línea perfectamente distinta de la de los Andes. El primero de estos segmentos lo forman los cerros de Aculeo y de Alhue; una angostura muy estrecha lo separa de los últimos estribos de los Andes y los cerros que lo forman alcanzan todavía una altitud considerable. Su direccion es la del sistema chileno y en su extremidad norte presenta un alto creston dirigido de este á oeste formado

por los cerros de Aguila y de Aculeo y viene á rematar en el cerro llamado Orcon de piedra. Es de este último cerro que se desprenden los principales cordones que se dirigen unos al sur, otros al poniente. El del norte se dirige casi al poniente y viene perderse en las lomas de Bucalemus, despues de haber formado las altas serranías de Popeta y de Tantehue. Ei otro cordon mas pequeño se dirige hácia el valle de Alhue donde viene á rematar.

De la extremidad sur de este segmento se desprende otro cordon formado por los cerros de Donihue, de Cocalan, de Coltauco y de Peumo, y se prolonga hasta Llallauquen. El punto mas alto de este pequeño segmento es el cerro del Orcon de piedra cuya altitud es de 2,221 metros; es el últim(que presenta una altura superior á 2,000 metros; los que siguen al sur son muy léjos de alcanzar este nivel y raras veces sobrepujan de 1,200 metros.

El segmento incluido entre el rio Rapel y el rio Mataquito es uno de los mas bajos; el cerro del Quiriñeo que es el de mas altura alcanza solo 830 metros; por demas, la estructura de este segmento es muy irregular; él se compone de un número considerable de cordones cuyas direcciones cambian muy á menudo. Con todo, se nota que el rumbo N. N. O.-S. S. E., es el que predomina. El mas extenso de estos cordones se desprende del cerro del Quiriñeo y se dirige desde el principio al norte-norte-oeste, formando los cerros de la Punta, de Pumanque y de las Garzas y se prolonga hasta la punta de Topocalma.

Otro cordon que se desprende del mismo cerro corre primero al sur-sur-oeste, hasta llegar en frente de la hacienda de la Huerta, donde cambia de direccion para tomar la del norte-norte-oeste. Este cordon está formado por los cerros de Caune, de la Huerta, de Patacon, de S. Pedro de Alcantara, de Paredones, y de Bucalemus. Enfin un pequeño ramal se

desprende de este cordon, y siguiendo la direccion del rio Mataquito, forma los cerros de Vichuquen.

Á este segmento pertenece tambien un pequeño grupo de cerros que se levanta entre el Tinguiririca y el Cachapual; es él que comprende los cerros del Tambo, de S. Pedro y de Tahua-tahua.

La parte de la cordillera de la costa que se extiende desde el Mataquito hasta el Maule, tiene una estructura ménos complicada; el eje está formado por una pequeña cadena de cerros que se extiende desde Colian hasta Talca y cuya direccion es la del sistema colombiano. Es de este eje que se desprenden los cordones que se dirigen á la costa. El demas al norte principia en la hacienda de las Nipas y se divide luego en varios ramales, uno de ellos forma los cerros de Curepto; otro mas extenso forma primero los cerros de Abarca y de Libun; despues él toma la direccion del poniente, siguiendo así el curso del rio Maule y tomando finalmente la del norte-norte-oeste, viene á rematar en los cerros de Quibolgo y de Pudu.

Es sobre la cadena que forma el eje de este pequeño grupo que se hallan los cerros mas altos pero muy bajos en comparacion de los que se hallan mas al norte; el mas notable es el de Quepo cuya altitud es solo 582 metros.

El siguiente que ocupa el espacio entre el Maule y el Itata, sigue el mismo rumbo que el anterior y presenta dos líneas de cerros paralelos; la una que se continua sin interrupcion entre los dos rios, la otra que se manifiesta por una fila de cerros aislados y de bastante altura; es la mas oriental de las dos líneas y la componen los cerros de Gupo, de Name, de Cuiquen, de Portezuelo y de Cucha-cucha. La otra línea forma como la orilla de un plano inclinado hácia al mar. Por el lado del poniente este plano está cortado por hondas quebradas que alimentan los esteros de

esta parte de la costa. Al este se desprenden de él algunos pequeños cordones que lo unen con la línea oriental; uno de estos corresponde á la parte norte juntando al cerro de Gupo con el ramal que se prolunga hasta Constitucion. El otro situado entre la villa de Cauquenes y Quirihue se junta con el cerro de Cuiquen y se manifiesta al poniente por la loma que viene á rematar cerca de Covquecura.

Ninguno de los cerros de este grupo alcanza una altura de 1,000 metros; los mas notables son el cerro de Gupo que llega á 857 metros, el de Name á 903 y el de Cuiquen á 916.

Al sur del Itata y hasta el Biobio la parte que representa la cordillera de la costa tiene mas bien la forma de una ancha prominencia que la de una cadena de montañas. Por el lado oriental se nota lo mismo que en el segmento anterior, una fila de cerros aislados que sigue la direccion del sistema colombiano; son los cerros de Cayumanqui, de Queime, de Proboque y de Toca.

Del pié del Cayumanqui, sale por el lado del poniente, una línea anticlinale que viene á pasar un tanto al sur de Celemu donde forma los cerros de la Leonera y se extiende hasta la boca del Itata. Otra línea semejante se desprende del cerro de Queime y corre en la direccion oeste-norte-oeste hasta rematar en el cerro de Neuquen cerca del puerto del Tome; y de este último cerro se desprende un pequeño ramal que llega hasta el puerto de Dichata. Enfin una tercera línea anticlinale parte del lado sur del cerro de Queime, forma los cerros de Hualqui y se extiende hasta los de Chiguayanta cerca de Concepcion. Tales son las tres líneas salientes donde vienen á tomar su orígen las numerosas y hondas quebradas que cortan en todo sentido esta ancha prominencia. La parte mas alta se halla situada al naciente de donde baja gradualmente hasta el mar; los cerros mas

altos son el de Cayumanqui que llega á 676 metros; el de Queime que tiene 685, y el de Neuquen que, bien que muy cercano del mar, tiene todavía 553 metros; miéntras el de Toca situado sobre la orilla oriental tiene solo 195.

Al sur del Biobio, la cordillera de la costa alcanza una altura mucho mayor que la que presenta en la parte incluida entre el rio Rapel y el último segmento que acabamos de describir. Esta region conocida bajo el nombre de cordillera de Nahuelvuta ocupa el intervalo incluido entre el rio Cauten y el Biobio. El terreno va levantándose gradualmente desde las orillas de este último rio hasta el punto llamado Pichi-Nahuelvuta, donde alcanza la altitud de 1,440 metros, baja en seguida al sur de este cerro y llega por pendientes muy suaves hasta la ribera del Cauten.

Una línea que principia en frente de Hualqui y sigue despues por las alturas de Colcura, el cerro de Piedra y el grande Nahuelvuta forma el eje de este macizo y lleva el rumbo del sistema colombiano. Es de esta línea que se desprenden tanto al oriente como al poniente los númerosos cordones que constituyen este macizo; los del poniente son en número de tres; el uno nace en las alturas de Colcura y viene á rematar en el cerro de Villagran. Los dos otros se desprenden del grande Nahuelvuta; el uno se extiende entre el rio Carampangue y el Levou; el otro nace en la parte sur, pasa cerca de Tucapel y de Cañete y llega hasta el rio Paicavi.

Por el lado oriental se nota el cordon que se desprende del Pichi-Nahuelvuta y se extiende desde ahí hasta cerca de Nacimiento entre el rio Bergara y el Tabolevu y el que forma la línea de vertientes entre los afluentes del Malleco y del Cauten.

Los cuatro segmentos que se encuentran al sur del Cauten no presentan sino cerros de poca elevacion ó mesetas

extendidas cortadas por numerosas quebradas. El mas notable es el que ocupa el espacio incluido entre el rio de Valdivia y el rio Bueno. Està formado por la expansion de un ramal que se desprende de la cordillera de los Andes entre los lagos de Rinihue y de Ranco y que se dirige al sur-oeste, pasando por Huitres, Dalipulli, la Union y Trumao; desde este último punto toma la direccion del norte y viene formar los cerros de Chayguin y de Coral. Cerca de Dalipulli se desprende de este un pequeño ramal al cual pertenecen los cerros de la Tregua y de Quinchilca.

Al sur del rio Bueno se observan todavía algunas lomas de bastante altura; son las que ocupan el espacio entre la costa y el rio Negro y á las cuales pertenecen los cerros de Pargas; despues el terreno baja gradualmente y la cordillera de la costa se hunde en el mar dejando solo parecer de trecho en trecho algunas de sus cumbres mas elevadas; estas son las que forman esta larga fila de islas que se suceden sin interrupcion desde Chiloe hasta la Tierra-de-Fuego, dejando entre sí y el continente los largos y estrechos canales que son como la continuacion del llano longitudinal. En una sola parte, en la península de Tres-montes, estos vestigios de la cordillera de la costa se juntan con el continente por un istmo muy bajo y muy estrecho. El rumbo que sigue esta línea de islas es el mismo que el de la parte norte de la cordillera de la costa, el del sistema chileno; es tambien la direccion segun la cual estas islas ofrecen su mayor extension, y solo al llegar á la Tierra-de-Fuego, se ve la pequeña cadena que encierra los cerros Sarmiento y Darwin seguir otra direccion; como si este cambio de direccion señalase el límite de las tierras australes.

VALLE LONGITUDINAL.

Una de las circonstancias mas notables de la orografía de Chile es la existencia de este largo valle que sigue el pié de la cordillera de los Andes y se extiende sin interrupcion desde el grado 33 hasta los 42. Es como una inmensa grieta cuyos vestigios principian á notarse desde el desierto de Atacama, pero solo en la provincia de Santiago es donde principia á tomar la forma de un llano cuya anchura aumenta mas y mas á medida que se extiende al sur. Cerca de su orígen este llano está cortado de trecho en trecho por algunos ramales de la cordillera; formando así los llanos de Santiago y de Rancagua, los cuales comunican unos con otros por la angostura de Paine. Estos llanos tienen una inclinacion muy pronunciada de este á oeste; la altitud de Santiago situado al pié de los Andes, es de 569 metros; miéntras la de Pudahuel que es situado cerca de la base oriental de la cordillera de la costa, es solo de 357. Lo mismo se observa en el llano de Rancagua, siendo la altitud de la parte oriental 512 metros y la de la parte occidental 346.

Al sur del rio Cachapual, una inclinacion de norte á sur principia á manifestarse en toda la extension de este llano; así es que la altitud de Rengo que corresponde al lado oriental es de 285 metros; la de Curico 228, la de Chillan 214. Bajo el paralelo de los Ángeles esta altura es de 170 metros; enfin cerca de su extremidad sur, en las provincias de Valdivia y de Llanquihue este llano no alcanza á mas que una altura de 60 metros sobre el nivel del mar; es pues una diferencia de nivel de mas de 500 metros entre Santiago y la parte sur; pero este declive se halla repartido sobre una extension de mas de 400 kilómetros; así es que parece casi insensible; basta á menudo de una pequeña ondulacion del

terreno para ocultarlo, y es lo que se nota en algunos rios que corren en sentido opuesto, como se nota para el Loncómilla y el Bergára. Estas ondulaciones corresponden siempre á la prolongacion de algunos ramales de los Andes y son los que forman los límites de las hoyas hydrográficas.

En la parte mediana de este grande llano y sobre toda su longitud, se observa de trecho en trecho, cerros aislados que recuerdan por su disposicion las islas de la parte austral; son dispuestos sobre una línea paralela al sistema chileno y casi todos de orígen volcánico. Uno de los mas notables es el cerro de Gualeguaico situado cerca de las orillas del rio Malleco. Un tanto mas al norte se levanta el cerro de Cochenta cuya altitud es de 445 metros; viene en seguida el cerro del Guanaco situado al norte de los Ángeles cuya cumbre alcanza 360 metros; queda despues un trecho bastante grande en el cual no se nota ninguna eminencia importante; corresponde á la parte incluida entre la Laja y el rio Putagan al norte del cual se levanta el cerro de Quilipin cuya altitud es de 352; mas al norte estos cerros se suceden con mas frecuencia. En la provincia de Talca el cerro de Huencuecho se levanta á 649 metros; en la provincia de Curico se nota el pequeño cerro de l'Abbe, en la de Colchagua, el Pan de azucar cerca de los Barriales cuya altitud es de 697 metros. En la provincia de Santiago se encuentran el Pan de azucar, en la hacienda de la Compañía los cerros de la Calera, de Tango y de Renco cuyas altitudes son sucesivamente 587, 1,102, 912 y 889 metros.

Al norte del cordon de Chacabuco, el valle longitudinal se manfiesta todavía por algunos llanos como los de San Felipe y del Sobrante; estos desaparecen en todo el espacio incluido entre el rio de Choapa y el de Coquimbo; pero al norte de este último aparecen las altas llanuras de Arqueros, las cuales se prolongan hasta el Huasco y Chañarcillo por la

parte llamada la Travesía; enfin las extensas llanuras del desierto de Atacama ocupan la misma posicion entre la cordillera de los Andes y la de la costa. Hasta en las partes en que parece interrumpida, esta grande depresion paralela al eje de los Andes se manifiesta por estrechas quebradas y boquetes que hemos indicado al describir los cordones de los Andes que vienen unirse con la cordillera de la costa; de modo que puede considerarse como prolongándose sin interrupcion desde la meseta boliviana hasta la ensenada de Reloncavi; lo que corresponde á un espacio de 2,200 kilómetros; pero no es esto toda su extension, pues se la ve continuar al sur de los 42 grados por los canales de los Chonos, y de Messier, y llegar así hasta el estrecho de Magallanes formando uno de los rasgos mas largos que se notan en la estructura de la tierra.

Al fin de hacer mas manifiesta la estructura de la cordillera de los Andes y de la de la costa, se ha representado en las láminas II, III, IV, V, VI y VII, el porfíl de estas dos cordilleras.

GEOLOGÍA.

Las primeras cuestiones que se presentan despues de haber estudiado el suelo de Chile en sus formas exteriores, son las que se refieren á su estructura interior. Estas cuestiones se ofrecen por sí mismas cuando se tiende la vista sobre la masa imponente de la cordillera de los Andes. El observador se pregunta qué materiales son los que la constituyen y por qué causas se han podido formar esos altos picos y se han cavado esas hondas quebradas. Bajo este punto de vista, ningun país ofrece, como Chile, un estudio de tanto interés, pues á cada paso se presentan nuevos asuntos de meditacion. Aquí son los volcanes de los Andes que aparecen como la última manifestacion de esas fuerzas interiores que tan á menudo han cambiado la configuracion del suelo: allá, numerosos bancos de piedra que encierran numerosos mariscos y que despues de haberse depositado lentamente en el fondo del mar, aparecen hoy dia sobre las cumbres mas altas de la cordillera. Mas allá son poderosos depósitos de minerales en los cuales se han ido á juntar casi todos los metales conocidos.

Como no cabe en el plan de esta obra el tratar por separado cada una de estas numerosas cuestiones, tendremos que limitarnos á las mas esenciales y particularmente á las que se refieren á la composicion y edad relativa de las grandes formaciones geológicas. Así, pues, las rocas estratificadas formaren la primera parte de este estudio: el órden con que están sobrepuestas, unas sobre otras, nos indicará cual es su edad relativa, miéntras que sus situaciones sobre la super-

ficie de Chile, nos darán una idea de la configuracion y de los límites de esas tierras antiguas. Apoyados, despues, sobre estos datos, hallaremos en las relaciones de estas estratas con las rocas plutónicas, los medios de fijar las épocas á que corresponde cada una de estas últimas : así podremos recorrer toda la serie de sus modificaciones, desde las mas antiguas, hasta las que son producidas por los volcanes actuales. El estudio de estos volcanes y de las materias que forman sus emanaciones, nos conducirá al orígen de las aguas termales y de los depósitos minerales. Enfin, el último capítulo estará dedicado al estudio de las grandes dislocaciones que han contribuido sucesivamente á producir la configuracion actual del suelo de Chile. Para facilitar la inteligencia de esta segunda parte, he reunido en la nota nº 3 los principios mas elementales de la Geología.

FORMACIONES ESTRATIFICADAS.

(Pl. X.)

Si al dejar las costas de Chile se camina directamente hácia la cordillera de los Andes, se nota desde el principio una gran formacion de esquista cristalizada que ocupa, las mas de las veces, toda la anchura de la cordillera de la costa. Las estratas de estas esquistas descansan sobre una formacion de rocas graníticas que aparece al este de la cordillera de la costa, y despues de haber recorrido el espacio ocupado por estos granitos, se encuentran de nuevo las rocas estratificadas, pero distintas de las primeras y compuestas de areniscas, de jaspes y de esquista arcillosa, ofreciendo á menudo un color negro, debido á una pequeña cantidad de carbon. Esta última formacion que se manifiesta en algunos cerros situados al este de la cordillera de la costa, no tarda en desaparecer debajo de una poderosa capa de terreno de acarreo

que se extiende sobre toda la superficie del valle longitudinal y aparece de nuevo en los primeros estribos de la cordillera de los Andes, desde donde se extiende á veces muy al interior de esta cordillera, ocupando la parte inferior de las quebradas. Si desde el fondo de estas quebradas se sube entónces hasta la cumbre de los cordones que se desprenden de la línea anticlinal, se ven subreponerse á esta formacion, otras estratas compuestas de rocas conglomeradas y de una arenisca rojiza. Enfin, caminando sobre este mismo cordon hasta la línea de vertientes de los Andes, se ven desaparecer estas areniscas bajo otras estratas formadas de arcilla que presentan alternativamente tintes rojizos ó verduscos y entre los cuales aparecen, de trecho en trecho, poderosos bancos de yeso; enfin, estas arcillas desaparecen bajo otras estratas formadas de margas, de arenisca caliza y de una poderosa capa de caliza compacta que forma las mas de las veces, las cumbres mas altas de los Andes.

Tal es el órden en que se sobreponen unas á otras las rocas estratificadas de Chile; pero no siempre se encuentran así todas reunidas sobre una misma línea, pues están á menudo separadas unas de otras por grandes formaciones plutónicas: unas veces son las estratas superiores las que faltan; otras las inferiores como puede observarse cerca de Chañarcillo, donde se ven las estratas calizas descansar inmediatamente sobre las esquistas cristalizadas; otras, enfin, son las estratas medianas las que faltan. Así, algunos términos de esta serie pueden faltar, pero no se cambia nunca el órden en que se suceden unos á otros: nunca se vé, por ejemplo, las areniscas rojas debajo de las esquistas carboníferas, ni descansar tampoco sobre las estratas calizas.

Á las formaciones que acabamos de indicar, se deben todavía añadir otras dos, que solo aparecen de trecho en trecho, ya sea en el gran llano longitudinal, ya en la costa donde for-

man varias ensenadas en medio de las rocas cristalizadas. Una de estas formaciones se compone de areniscas, de arcilla con bancos de lignito y de terreno de acarreo: la otra consta de unas areniscas muy blandas ó de bancos de arena con conchas petrificadas. Las estratas de estas formaciones son muy poco inclinadas y las de la costa se encuentran varias veces á una altura de mas de cien metros; así mismo las de llano longitudinal, no se encuentran nunca mas allá del pié de los Andes.

Tales son, en su conjunto, las formaciones estratificadas de Chile. Corresponden á siete divisiones que, por órden de antigüedad son: la de las esquitas cristalizadas, la de las esquitas carboníferas, la de la arenisca roja, la de las arcillas con bancos de yeso, la grande formacion de calizas, las arcillas con lignito, y enfin las arenas con bancos de conchas. Estas son las siete formaciones que vamos á estudiar sucesivamente.

ESQUISTAS CRISTALIZADAS.

La formacion de las esquitas cristalizadas, abraza todas las rocas conocidas bajo los nombres de gneiss, esquita micácea, esquita lustrosa, pizarra, cuarsita y pedernal.

En las localidades donde se hallan reunidas estas diferentes rocas, se nota que el gneiss ocupa siempre la parte mas baja, siendo, pues, él que forma las estratas mas antiguas. La composicion y el aspecto de esta roca, son casi iguales en toda la extension de Chile. El cuarzo y el feldespato se hallan dispuestos en pequeñas capas separadas entre sí por otras capas de mica de un color moreno mas ó ménos oscuro y rara vez de un tinte verdoso. Fuera de estas tres especies minerales, el gneiss de Chile no contiene casi ninguna otra mas; el granate, tan abundante en los gneiss de la costa oriental de América, falta absolutamente en los de

Chile. En la bahía de Coral y otros puntos de la costa del sur, se encuentra una variedad muy notable de esta roca; se compone de mica de un verde claro y el feldespato y el cuarzo no forman capas distintas, sino especies de núcleos diseminados en la mica.

Las pequeñas capas de feldespato y de mica que constituyen al gneiss, están en ciertas localidades muy contorneadas y dobladas, de lo cual se induce que esta roca debia tener, en su orígen, una cierta blandura y que ha debido experimentar fuertes presiones laterales.

En la costa de Chile, sobre todo, es donde aparecen las rocas de gneiss, presentándose de trecho en trecho desde el desembocadero del rio Bueno hasta el puerto de Caldera. Tambien se encuentran en algunas de las grandes quebradas de la cordillera de los Andes, tales como las del rio Rapel, en la provincia de Coquimbo y la del Huasco al este de la Junta. Estos gneiss son los que ofrecen una variedad mas notable, porque parece que establecen una transicion entre el granito y el gneiss; las especies minerales que los constituyen, no están dispuestas por capas alternativas: el cuarzo y el feldespato forman en ellos pequeños núcleos alargados y rodeados por capas muy delgadas de mica. Á veces estas capas dejan de ser continuas y los núcleos son sustituidos por gruesos cristales de feldespato, de modo que esta roca se cambia en un verdadero granito muy parecido á los granitos porfiroídeos de la costa.

La esquita micácea se encuentra, sobre todo, en la parte sur de Chile, donde aparece á lo largo de la costa, desde el rio Maule hasta la provincia de Llanquihue. Esta roca presenta muy á menudo la estructura del gneiss y difiere solo de él por la falta de feldespato, siendo el cuarzo solo el que forma las pequeñas capas que alternan con las de mica. Presenta muy á menudo la estructura que hemos indicado

en los gneiss de Coral, pero la mica predomina y el cuarzo forma pequeños núcleos diseminados.

Ademas de las especies constituyentes, contiene la esquita micácea algunos minerales accidentales, pero son bastante raros, notándose entre ellos varios granates y la anfíbola tremolita. Los puntos donde tiene esta roca su mayor extension, son la vasta meseta que se extiende entre el rio Bueno y el rio de Valdivia, y la parte occidental de la cordillera de la costa desde el rio Maule hasta el Mataquito. Se encuentran tambien en la provincia de Atacama, en la parte superior de la quebrada del Huasco, donde forma como una especie de isla en medio de la arenisca roja.

Las esquitas lustrosas no parecen ser mas que una modificacion de las micáceas : se las vé á menudo alternar con estas, tanto en la provincia de Valdivia como en la de Talca, pero como acaban siempre por presentarse solas en la parte superior de esta serie, se las debe considerar como una nueva formacion que se ha sustituido gradualmente á la esquita micácea. Estas esquitas varian mucho de aspecto y color, siendo las mas de las veces de un gris claro y en algunas partes casi negras, como las de Covquecura y de Tomé, las cuales deben este color á una pequeña cantidad de grafita que se halla mezclada con la mica ; enfin, las hay tambien de un tinte rojo ó amarillo, debido á un principio de descomposicion de la mica, cuyo hierro pasa al estado de peróxido. El cuarzo se encuentra frecuentemente en estas esquitas, sobre todo en las estratas inferiores, donde forma masas muy voluminosas de forma lenticular ó numerosas vetas y va disminuyendo gradualmente en las estratas superiores. Otra especie mineral que acompaña frecuentemente á estas rocas, es la andalusita, la cual se presenta á veces en cristales bastante grandes, como se ve en la cordillera de Nahuelvuta y en el rio de Cruces; otras veces se presenta en cristales muy

pequeños, que dan á estas esquitas un aspecto granado.

Las cuarzitas alternan casi siempre con las esquitas lustrosas; son á veces de estructura compacta, formando estratas muy gruesas y casi siempre de un color oscuro; otras están constituidas por la reunion de pequeños cristales que les dan el aspecto de una arenisca: en este caso contienen casi siempre una pequeña cantidad de mica y presentan una estructura hojaldrada. Esta última variedad, que es la que ocupa la parte inferior de la formacion, desaparece en la parte media, dejando el puesto á las cuarzitas compactas y estas á su vez ceden el lugar á las areniscas.

En algunos parajes de la costa, como en Covquecura y en Curanipe, no existen las cuarzitas, pero ocupa su lugar una roca compuesta de feldespato compacto, de estructura esquitosa. Esta roca, bien estratificada, aparece solo en la parte inferior de las esquitas lustrosas, pero en la parte media, aparecen de nuevo las cuarzitas.

Tales son las principales rocas de que se compone la formacion de las esquitas cristalizadas de Chile. El órden en que están sobrepuestas unas sobre otras, es el siguiente: en la parte inferior el gneiss, despues la esquita micácea, la esquita lustrosa, las cuarzitas y el petrosilex. Veamos cuál es su reparticion sobre la superficie de Chile. Dejando á un lado algunas ensenadas donde aparece la formacion de lignito ó la de las areniscas, se ve que toda la parte occidental de la cordillera de la costa, desde el rio Maulin hasta el puerto de Caldera, pertenece á la formacion de las esquitas cristallizadas. En las provincias de Llanquihue, de Valdivia y de Arauco, esta formacion llega hasta el valle longitudinal y constituye sola ó asociada al granito, toda la parte de la cordillera de la costa que corresponde á estas provincias. Esta faja de rocas cristalizadas va disminuyendo de anchura á medida que se avanza al norte: en las provincias de Concep-

cion, de Maule y de Talca está limitada á la falda occidental de esta cordillera. Enfin, en la provincia de Colchagua, desaparece bajo la formacion de lignita en todo el espacio incluido entre los rios Rapel y Maipo. Esta misma formacion aparece nuevamente en las provincias de Santiago y de Valparaiso, donde ocupa la parte comprendida entre el Maipo y el Aconcagua, extendiéndose al oriente hasta las serranías de Santa-Cruz, de Prado y de Caren.

Despues de una segunda interrupcion que corresponde á los llanos de Quintero y de Puchuncavi, las esquitas cristalizadas vuelven á presentarse en Catapileo, en la Ligua, y se extienden á lo largo de la costa hasta el rio de Limari, al norte del cual no aparecen mas que de trecho en trecho, formando islotes en medio de las formaciones terciarias ó cuartenarias, como sucede cerca de Coquimbo, de la Higuera, del Huasco y de Caldera; enfin, en la meseta de Tres-puntas y en la costa del desierto de Atacama no léjos del morro Jorjillo.

Ademas de esta larga faja que sigue la costa, aparece todavía la formacion de esquitas cristalizadas en algunas partes de los Andes ó sobre lòs ramales que dividen, de distancia en distancia, el valle longitudinal, como se puede ver cerca de Rancagua, en la base del cerro de Traucalan, en Tiltil y en Llallai, así como en la cordillera de los Andes, en rio Grande, en el rio Rapel y en el Huasco alto.

La situacion de esta formacion sobre la superficie de Chile, puede proporcionar algunos datos sobre la configuracion y la extension de las mas antiguas tierras del hemisferío austral. Si se dejan á un lado los vestigios de esta formacion, que se presentan en la cordillera de los Andes y que rodeados por todas partes de formaciones ménos antiguas, parecen haber sido cubiertos por estas ántes de las erosiones y de los levantamientos que las han dislocado, queda la

larga faja que se extiende sobre toda la region occidental. En esta no se encuentra ningun resto de formacion mas moderna que pueda hacer sospechar alguna denudacion, pues por el lado de Occidente no se ve allí mas que las areniscas cuartenarias y la formacion de lignita que llenan las ensenadas comparativamente modernas, donde afluyen aun los rios que bajan de los Andes. Por el lado del este, se extiende esta formacion debajo de las estratas antracitosas que son las que les suceden inmediatamente: por este lado, pues, que es el que estaba mas inmediato al mar, es donde se depositaban las psamitas y las esquitas antracitosas. Al revés de lo que sucede hoy dia, corrian las aguas de occidente á oriente y ocupaba el mar el lugar de los Andes. Al oeste, ningun vestigio de la formacion antracitosa, indica cual podia ser el límite de estas primeras tierras, las cuales podian formar parte de un vasto continente, así como estar limitadas á la faja que ocupan hoy dia.

FORMACION ANTRACITOSA.

Las rocas que constituyen esta formacion, son algunos conglomerados, areniscas, esquita antracitosa y jaspes ó pórfidos estratificados. Los conglomerados no se presentan mas que en un pequeño número de localidades, siendo los mas notables los que se encuentran en el valle del Biobio, algo al poniente de Santa Juana. Constituyen una estrata de grande espesor y se componen de voluminosos trozos de granito, de gneiss, de cuarzo y de esquita procedientes de la formacion anterior.

Las areniscas están compuestas, en su mayor parte, de pequeños granos de cuarzo unidos entre sí por una masa arcillosa y pertenecen á la variedad llamada psamita: adquieren á veces una estructura esquitosa, lo cual es debido

á una pequeña cantidad de mica que se encuentra mezclada con la arcilla. Estas areniscas ocupan un lugar importante en la formacion antracitosa, pues se las ve, en la parte inferior, alternar con la esquita y ocupar ellas solas toda la parte superior de esta formacion.

Las esquitas se encuentran, sobre todo, en las provincias del sur, variando su color del pardo oscuro al negro : están formadas de arcilla endurecida, de una cierta cantidad de arena muy fina, conteniendo, ademas, algunas hojitas de mica, y, como ya se ha dicho anteriormente, algunos vestigios de antracita, que es lo que les dá el color mas ó ménos negro que tienen. Estas estratas de esquita ocupan la parte media de la formacion, donde alternan con la arenisca; en ellas aparecen, por primera vez, algunos restos de cuerpos organizados y suelen contener algunas impresiones de helechos y fragmentos de tallos, que parecen referirse á las equisetáceas y una concha muy pequeña del género posidonia.

Las rocas de la formacion antracitosa no presentan siempre los carácteres que acabamos de indicar, pues á medida que se extienden hácia el norte, se las ve mudar gradualmente de aspecto y de composicion y trasformarse finalmente en petrosilex, pórfidos, jaspes y esquita siliceosa : así es como suelen presentarse en toda la parte situada al norte de la provincia del Talca. Los pórfidos y los petrosilex que son mas á menudo de un color gris ó verdoso, descansan sobre las esquitas cristalizadas y alternan con las estratas de esquita siliceosa, que viene á ser, en esta parte, el equivalente de la esquita antracitosa, debiendo tambien su color negro á una pequeña cantidad de carbon.

La formacion antracitosa se presenta sobre toda la extension de Chile y ocupa una gran parte de su superficie. Cerca de la extremidad sur del continente, se la ve apoyarse sobre las rocas graníticas que forman el eje de los Andes. En las

provincias de Llanquihue, de Valdivia y de Arauco es ella la que forma los primeros cerros que se levantan al este del valle longitudinal. Esta misma formacion aparece al norte del Biobio sobre ambos lados del gran valle, formando entre Rere y Talca, una fila de cerros que limitan por el oeste el valle longitudinal. Sigue despues presentándose sobre la falda oriental de la cordillera de la costa, hasta en la bahía de Coquimbo, donde se extiende hasta el mar y forma el cerro de Juan-Soldado. En algunas locadidades se ve esta formacion pasar al oeste de la cordillera de la costa y acercarse mucho al mar: esto es lo que se observa en la provincia de Valparaiso, donde forma la Campana de Quillota, así como los cerros de Tavolango y de Colmo. Esta misma formacion, cerca de la Ligua, constituye como una especie de promontorio que se adelanta en medio de las esquitas cristalizadas.

Mas allá de Coquimbo, la formacion antracitosa constituye la cordillera de la costa, así como los arrecifes, extendiéndose desde allí hasta la cordillera de los Andes, donde forma la base sobre la cual descansan las formaciones mas modernas.

Resulta de esta disposicion del terreno antracitoso, que las estratas que lo forman han sido depositadas sobre casi toda la extension de Chile. Las únicas tierras de esta region eran, entónces, las que forman hoy dia las esquitas cristalizadas. Los cambios que se manifiestan en la composicion de estas rocas, segun las distintas localidades, corresponden perfectamente á este modo de ver; así es que, en la parte donde existen las esquitas cristalizadas, se ven los conglomerados, las areniscas y las esquitas con impresiones vejetales; y el volúmen de los fragmentos que componen las dos primeras rocas, así como los restos vejetales de las esquitas, indican suficientemente que son formaciones inmediatas á

una antigua costa. Los conglomerados de Santa-Juana no pueden pertenecer sino á una antigua playa, y los restos vejetales que se encuentran mas allá, manifiestan que esta localidad debia corresponder al desembocadero de algun rio. Al contrario, se nota que en la parte septentrional de Chile, donde las rocas cristalizadas no están á descubierto, las que constituyen la formacion antracitosa, se componen de partículas muy delgadas como corresponde á depósitos formados á gran distancia de la costa; á esta circunstancia deben, sin duda, estas rocas, su aspecto porfírico y jaspeado.

FORMACION DE LA ARENISCA COLORADA.

La formacion de la arenisca colorada sucede inmediatamente á la de las esquitas antracitosas. Las rocas que la componen, son conglomerados formados por la reunion de fragmentos mas ó ménos voluminosos de rocas rodadas, de areniscas, de arcilla endurecida y de jaspes. Todas estas rocas se distinguen á primera vista de las anteriores, por su color de un rojo mas ó ménos oscuro, debido á la presencia del peróxydo de hierro. Las estratas que la forman, estriban casi siempre en estratificacion discordante con las de la formacion anterior. Los conglomerados ocupan siempre la parte inferior, y en los que contienen fragmentos bastante voluminosos, como los de Tavon y los Loros, se reconocen fragmentos de areniscas, de pórfidos y de jaspes, de la formacion anterior, así como de granito y de sienita. Los fragmentos de las rocas que pertenecen á la formacion de las esquitas cristalizadas, son mucho mas escasos; se observan todavía algunos cuarzitos y gneiss. Los conglomerados constituyen varias estratas que alternan con areniscas ó arcillas esquitosas, notándose que en una misma localidad el volú-

men de los fragmentos disminuye á medida que pertenecen á una época mas reciente.

Las areniscas tienen la misma composicion que los conglomerados; están constituidas por las partículas mas menudas de las mismas rocas y dominan en ellas las partes feldespáticas. Las arcillas son eterogéneas, arenosas, y no se deshacen en el agua; se las puede considerar como una arenisca compuesta de las partículas mas delgadas, y presentan, con esta roca, todos los grados de transicion. Se ve en muchas localidades, que las rocas de esta formacion presentan una estructura porfírica y que hasta los conglomerados han participado de esta modificacion, pues si los fragmentos han conservado su estructura primitiva, la masa que los une entre sí se ha endurecido y contiene numerosos cristales de feldespato, pero donde se hace mas notable la transformacion en pórfido, es en la arenisca. Los restos organizados son muy escasos en esta formacion, pero, sin embargo, se suelen encontrar aun en las rocas porfíricas.

Una de las localidades mas notables bajo este punto de vista, es la quebrada de la Ternera situada al nordeste de Copiapo: la arenisca colorada presenta allí algunas pequeñas estratas de antracita y en las de arenisca que alternan con ella, se descubren numerosas impresiones vejetales, entre las cuales se reconocen los helechos y ramas de voltzia. Otras impresiones se encuentran tambien cerca de la laguna de la Laja, al pié de la cordillera de Pillanmauida, las cuales tienen la particularidad de encontrarse en el pórfido y constan principalmente de tallos de calamita cuyo interior se compone de sílice y la parte exterior está formada por una pequeña capa de antracita. Enfin, en los conglomerados de los valles del Mapocho y del rio Colorado, se suelen encontrar troncos de árboles que son á veces bastante voluminosos y que parecen, por su estructura, referirse á las conífe-

ras; su formacion es de sílice unida á una parte mas ó ménos grande de antracita y tienen el aspecto de una madera carbonizada. Estos son los únicos restos organizados que presenta esta formacion y hasta ahora no se ha hallado en ella ninguno vestigio de restos animales ya sean marinos ó terrestres.

La naturaleza de las rocas que constituyen la formacion de la arenisca colorada, así como los restos orgánicos que se hallan en ellas, prueban hasta la evidencia que las materias que las han formado, se han depuesto con poca hondura y á corta distancia de la tierra : los conglomerados son mas abundantes en esta formacion que en otra cualquiera, lo que indica la existencia de corrientes bastante grandes y de anchas playas muy poco inclinadas, circunstancia que se hará mas evidente al estudiar la reparticion de estas rocas sobre la superficie de Chile. Esta formacion no ocupa nunca mucha extension, porque está muy destrozada y gran parte de ella ha desaparecido bajo la accion corrosiva de las aguas : así pues, solo por los trozos que todavía existen se puede restablecer aproximativamente el espacio que ocupaba sobre la superficie de Chile. Los primeros vestigios aparecen un poco hácia el norte del grado 38 en donde constituyen la parte inferior de la cordillera de Pillanmauida y parte de la Sierra Velluda. Las estratas inferiores son areniscas y conglomerados y sus fragmentos rara vez exceden de dos ó tres centimetros de grueso : este primer trozo se extiende así hasta la inmediacion del grupo de los volcanes de Chillan, al norte del cual se extiende un espacio considerable sin ningun vestigio de esta formacion. Vuelve luego á aparecer en la provincia de Colchagua, en el lado oriental del valle longitudinal y extendiéndose desde allí hásta la cumbre de los Andes, sigue la direccion de esta cordillera, de la cual forma las principales cimas, entre el rio de Teno y el Aconcagua.

La provincia de Santiago presenta tambien algunos vestigios de esta formacion, situados al oeste del valle longitudinal sobre la falda oriental de la cordillera de la costa y se prolonga al norte pasando por Tavon, Llallai y el cordon de Chacabuco. Este trozo se hace notar por el espesor de los conglomerados y los trozos muy voluminosos que lo componen, lo cual indica necesariamente una ancha playa ó la embocadura de algun gran rio. Otros dos pedazos mucho mas pequeños existen en la inmediacion de este ; uno cerca de la campana de Quillota y el otro al sur de San Felipe entre los Maitenes y Tierra-Blanca, donde ocupa la falda oriental de los cerros de Culunquen.

En la cordillera de los Andes la arenisca colorada forma una larga faja que se extiende al norte del rio de Teno; esta sigue la línea de vertientes y de distancia en distancia se desprenden ramales que se extienden al oeste y ocupan la parte superior de las Ramas que se desprenden de esta cordillera de montañas y se la ve, en muchas partes, descansar inmediatamente sobre la formacion antracitosa, como sucede en el valle de los Piuquenes (Pl. XI) donde se halla situada entre la formacion antracitosa y las arcillas con bancos de yeso.

De la parte norte de este valle, se desprende un largo ramal que toma la direccion del norte-oeste y se acerca mucho á los de Tavon y de Culunquen, el cual ocupa la mayor parte del espacio comprendido entre el rio del Yeso y el cerro del Juncal, forma los cerros de Peldehue, de Colina y de Chicureo, y por la parte del norte el cordon de Chacabuco.

Las mismas areniscas siguen presentándose al norte del Juncal, donde ocupan la línea de vertientes hasta los nacimientos del rio de Choapa. En toda esta extension son las areniscas, las arcillas y las rocas que predominan; pero al llegar á la base del cerro de Aconcagua las sustituyen poderosas estratas de conglomerados que recuerdan los de Tavon

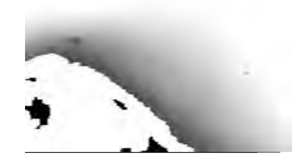
de Llallai, y se observa que los fragmentos de que se componen, disminuyen de tamaño á medida que esta formacion se extiende al norte.

En la provincia de Coquimbo la formacion de la arenisca colorada se extiende todavía mas hácia el poniente que en la de Aconcagua: constituye una gran parte de las cordilleras comprendidas entre los rios de Chalinga y de Illapel, luego las de Cogoti y de Combarbala, de donde se extiende hasta el rio Grande. En seguida forma aun las cordilleras de doña Rosa, la meseta de Huante y una gran parte del ramal situado al norte del rio Hurtado, de donde se extiende hasta el cerro del Toro, situado al poniente de Andacollo.

Al norte del rio de Coquimbo ocupa esta misma formacion todo el espacio comprendido entre la quebrada de Pucalume, la meseta de Arqueros y el rio del Huasco, formando casi por sí sola toda la cordillera de Peralta. Va adquiriendo mas y mas extension á medida que se adelanta hácia el norte y se la ve en Tres-cruces, en Manflas, en las serranías de Chuchampi y en la base del Cerro Blanco donde se extiende hasta el rio de Copiapo entre los Bordos y San-Antonio.

Desde el rio de Copiapo hasta el desierto de Atacama, la arenisca colorada continua formando la mayor parte de la falda occidental de la cordillera. Se la ve muy desenvuelta entre la hacienda de Jorquera y la quebrada de la Ternera, siendo ella la que forma la parte oriental de la meseta de Tres-puntas y se la puede seguir desde allí hasta las fuentes del rio Loa.

Ademas de esta faja andinia, la misma formacion se presenta á lo largo de la costa, extendiéndose allí desde el mar hasta las llanuras del desierto de Atacama. Principia á verse cerca de Chañaral de las ánimas, donde sigue hasta Paposo y el Cobre, apareciendo de nuevo junto á la Chimba y formando una parte de los cerros de Cobija; enfin, en el inte-



rior del desierto, hay varios cerros que están, en gran parte, constituidos por esta formacion; tales son los de Limon-Verde, de San-Bartolo, de Caracoles y del Cerro Negro.

Hé aquí cual es la situacion actual de la arenisca colorada sobre la superficie de Chile; cubre una gran parte de los Andes, de donde se desprenden varias ramificaciones, de las cuales algunas alcanzan hasta la costa. Estas ramificaciones ocupan, en general, la parte superior del terreno, miéntras que en los valles se dejan ver las formaciones que la han precedido; así la arenisca colorada falta solo en las partes donde el terreno ha sido cavado por las erosiones. Resulta de esta disposicion que en su orígen debia formar una superficie continua, limitada al oeste por una línea cuya direccion se acercaba mucho á la del meridiano y cuya longitud era casi la de Santiago. Por la parte del oriente tenia esta superficie mucha extension, pues las areniscas se ven no solo sobre todo el suelo de Chile, sino á mucha distancia al este de la cordillera de los Andes. Por otra parte, si se considera que los elementos que constituyen las rocas de esta formacion son casi siempre fragmentos mas ó ménos voluminosos de rocas mas antiguas, es necesario admitir la existencia, en aquella época, de corrientes muy caudalosos, y por consiguiente la existencia de tierras inmediatas, el volúmen de los fragmentos acarreados, puede servir de índice para conocer aproximadamente la direccion de estas corrientes. Así se nota que en Tavon, las aguas debian correr del oeste al este, y lo mismo sucedia en Coquimbo, miéntras en las inmediaciones del Aconcagua, estas corrientes se dirigian de sur á norte. Enfin, la falta absoluta de todo resto de animales marinos, así como la presencia de vejetales que suelen crecer en lugares pantanosos, parecen indicar que las areniscas coloradas de Chile, se han formado, no en el mar, sino en grandes lagunas ó en vastos deltas.

FORMACION DE ARCILLAS Y YESO.
(Pl. XIII.)

rocas que constituyen esta formacion son areniscas, s y yeso. Las areniscas son generalmente muy blandas, tinte rojo ó verde; pasan gradualmente á arcillas del) color que alternan con otras estratas de una arcilla) mas homogénea y de una estructura esquitosa. En ıs localidades, como en los Piuquenes, en el rio Ba- en el Portillo del Yeso y en los Patos, hay poderosos s de yeso que van á sobreponerse á estas arcillas.

ı formacion no ha ofrecido hasta ahora ningun vesti- e restos organizados, ya sean vejetales ó animales. ;unas localidades, como la Sierra Velluda, la cordillera llanmauida y el valle de los Piuquenes, parece que arcillas son únicamente la continuacion de las areniscas ıdas, descansando sobre ella en estratificacion paralela, en algunas otras descansan inmediatamente sobre la ıcion antracitosa, como se ve en Combarbala y en el lano que se extiende entre Pajonal y Ballenar. Esta ıcion de arcilla y de yeso ocupa poca extension com- ivamente á las anteriores; solo se encuentra en las pro- ıs medias de Chile y no pasa, al sur, mas allá del 38. Lo mismo que la arenisca colorada, se presenta en os separados, á veces, unos de otros, por grandes dis- ıs. Los primeros que aparecen, en el sur, son los de la ı Velluda y los de la cordillera de Pillanmauida. Se ntra otro pedazo en las cordilleras de Linares, entre de San Martin y el rio Puelche, donde forma una rodeada de arenisca colorada.

la provincia de Santiago, están situadas estas arcillas la arenisca colorada y la formacion calcárea : así se

presentan en todo el espacio comprendido entre el Cachapual y el rio de Aconcagua, formando á veces las cumbres mas altas de estas cordilleras. La provincia de Aconcagua presenta tambien esta formacion en tres partes algo distantes unas de otras; se la ve en la cordillera de los Andes, donde ocupa la parte media del cerro de Aconcagua y vuelve á aparecer sobre el ramal que se extiende desde el cerro del Cuzco hasta la cuesta de los Ángeles; enfin, se presenta tambien al este de la cuesta del Pedernal.

La parte de Chile donde ocupa mas extension este terreno, corresponde al departamento de Ballenar, donde forma la elevada llanura que se extiende desde Arqueros hasta el rio de Huasco. Enfin, existe un pequeño trozo de esta misma formacion cerca de Combarbala, entre Cogoti y el cerro de Pama.

La formacion de las arcillas yesosas, no presenta ningun vestigio de conglomerado; las areniscas son de un grano muy fino y esta circunstancia unida á la presencia de poderosos bancos de yeso, indican que las estratas que la forman han debido depositarse muy lentamente y en medio de aguas muy cargadas de materias salinas.

FORMACION CALCÁREA.

La formacion calcárea se compone de varias especies de rocas y contiene areniscas, arcillas, jaspes, caliza y silex. Las areniscas son siempre de grano muy fino, amarillas ó de un gris claro, y contienen casi siempre una pequeña cantidad de carbonate de cal, si bien algunas veces son siliceosas y muy duras. Las arcillas son margas de estructura esquitosa y de un color gris verdoso. Estas dos especies de rocas son las que forman las estratas inferiores, alternan; las últimas areniscas con las margas y á estas se sustituye á menudo jaspe del mismo color.

ıas calizas son mas de las veces de una estructura comta, de un color gris claro y en algunas localidades son ras, y cuando se las golpea despiden un olor sulfúreo: mas del carbonato de cal contienen siempre una cierta tidad de sílice, siendo á veces bastante abondante para estas calizas puedan rayar el vidrio. Enfin, en la parte erior de la formacion se ven aparecer estratas muy delas de silex y se las ve allí alternar con la caliza ó formar ·cies de núcleos irregulares diseminados en las mismas ıtas calcáreas.

os restos organizados son muy abundantes en la parte ia de esta formacion, siendo todos de orígen marino, encuentran en las margas ó en las areniscas, miéntras son muy escasos en las estratas calcáreas, sobre todo en ue forman la parte superior. La clase de los cefalópodos lla representada por las belemnitas, las amonitas y los los; la de los gasterópodos por los géneros turitela y a y entre los acéfalos se encuentran las foladomas, las peas, las posidonias, las venus, las trigonias, las carlas arcas, las limas, las pinas, los pecten y las ostras. ltimo, se encuentran tambien numerosas terebrátulas, er, zoófitos y algunos equinos. Es, pues, de todas las ciones de Chile la que contiene el mayor número de organizados, los cuales representan una fauna marina ene la mayor semejanza con la de los terrenos secundel antiguo continente.

formacion calcárea descansa casi siempre sobre las s yesosas; las estratas de ambas formaciones son las, de modo que parecen constituir una sola; pero tambien algunas localidades donde se ve á las estracáreas descansar inmediatamente sobre las esquitas zadas ó sobre el terreno antracitoso, de modo que se De considerar como pertenecientes á una formacion

especial que comprende ella misma tres subdivisiones que ofrecen, por todas partes, los mismos carácteres. La primera de estas subdivisiones contiene las areniscas, las margas y los jaspes; la del medio las calizas compactas, y la superior las calizas con estratas de silex (Pl. XII).

En algunas localidades las rocas que constituyen la formacion calcárea toman un aspecto muy distinto del que presentan en general: la esquita arcillosa sustituye á las margas y la caliza toma una estructura cristalizada, asemejándose á las cuarzitas micáceas. Estas modificaciones se hacen notar, sobre todo, en algunos parajes poco distantes de la costa, tales como en Purutun y en la hacienda de las Vacas.

La formacion calcárea empieza á hallarse, en Chile, únicamente al norted el grado 34,5, presentándose bajo la forma de dos fajas casi paralelas, separadas una de otra por rocas de las épocas anteriores. La primera de estas capas ocupa las partes mas altas de la cordillera de los Andes y se aleja poco de la línea de vertientes. La segunda sigue la falda oriental de la cordillera de la costa y consta de varios trozos que suelen extenderse por el valle longitudinal. Las primeras estratas calcáreas aparecen al norte del grupo de los volcanes de Maipo, siendo ellas las que forman la cumbre de la cordillera, desde dichos volcanes hasta el Tupungato. Ántes de llegar al fin del valle de los Piuquenes, se ve á esta roca sustituir se á las arcillas yesosas : las primeras que se encuentran son areniscas y calizas margosas de un tinte amarillo ; en seguida se ve la caliza compacta con algunos trozos de silex, pero las estratas de silex y las calizas concrecionadas, no aparecen en esta parte de los Andes, lo que hace suponer que esta parte de la formacion consta solo de las dos primeras subdivisiones.

Esta formacion se extiende bastante hácia el poniente en el espacio comprendido entre el rio del Yeso y el Colorado,

ɔ en seguida por la base del Tupungato y extense en la direccion del Juncal, del cual forma la riental. En este punto principia á alejarse del terri- Chile y forma al este de los Andes el cerro de la y algunos de los estribos del cerro de Aconcagua. s de haber descrito una curva que contornea, por el l este, el valle de los Patos, alcanza otra vez la cumbre ordillera, pasando por los cerros de la Ramada y del lario. Se aleja de nuevo hácia el oriente, desde este hasta las fuentes del rio Limari donde se deja ver una ia punta hácia el oeste de la línea de vertientes, pero n las cordilleras de Doña Ana donde principia esta cion á ocupar grandes espacios: forma el alto ramal extiende desde la cumbre hasta la cordillera de Pe- sobre el cual se levanta el cerro de Doña Ana, que es ıa mas alta de esta cordillera. Las estratas que forman amal tienen una inclinacion bastante considerable la parte del norte, de modo que en la falda sur, observarse con mucha facilidad el órden con que se en unas á otras. En la parte inferior aparecen las scas y las margas; viene en seguida la caliza compacta lega hasta la cumbre, y en la falda norte se encuentran lex. Las estratas inferiores vuelven á aparecer hácia el de este ramal y se prolongan así hasta los cerros de -amarga y de Tres-Cruces.

spues de haber sido cortada por la quebrada del Huasco, ce de nuevo la misma formacion en la placilla del Cármen, cordilleras de Manflas, de Pulido y de Jorquera, de donextiende hasta el cerro de la Ternera y la meseta de Tres- as: enfin, continua presentándose así de trecho en trecho, cordilleras de la Atacama, como en la quebrada de la ntada, al pié del cerro de Doñ Iunez y cerro Llullaillaco. faja occidental principia un tanto al norte de Santiago,

en los cerros de Colina y de Batuco, extendiéndose sobre una gran parte de la hacienda de Polpaico y llega hasta la falda del cordon de Chacabuco. En este primer trecho, las estratas tienen poco espesor ; las inferiores constan de margas algo arenosas, en las cuales se encuentran algunas estratas muy delgadas de caliza compacta, y las superiores son casi exclusivamente de silex ó de una caliza que contiene una gran cantidad de sílice. Los fósiles son muy escasos en este primer trozo de la formacion.

Al norte del cordon de Chacabuco se vuelven á encontrar las calizas que forman trozos pequeños á lo largo del valle de Aconcagua desde Santa-Rosa de los Andes hasta Purutun. Este terreno forma pequeñas mesetas en Tierra Blanca, las cuales van á estribarse contra las rocas volcánicas que componen los cerros de Culunquen. Las estratas son las mismas que en Polpaico, y la última consta de una caliza concrecionada que contiene una gran cantidad de silex. Á medida que se extiende hácia el poniente, la caliza compacta se hace mas abundante ; la de la Caldera contiene ya bastante fósiles, pero el punto mas notable es el de Melon, en la hacienda de Purutun, en cuya parte toma la formacion todo el aspecto de los terrenos cristalizados, la esquita arcillosa sustituye á las margas, las calizas son micáceas y las areniscas se hallan en estado de cuarzita : en una estrata de esta arenisca se encuentran abundantes fósiles entre los cuales figuran los pecten, las pinas, las arcas, junto con madreporas y equinos.

Al norte de la hacienda de Purutun, la formacion calcárea deja de presentarse sobre un largo trecho, y los primeros índices que de ella vuelven á verse, se hallan en el rio de de Paloma, sobre la falda sur de los cerros de Huante, donde no se ve mas que la parte inferior compuesta de arenisca, en la cual se encuentran varios fósiles y entre ellos la ostrea

a- Estas mismas areniscas aparecen despues entre el rtado y el rio de Coquimbo, en seguida cerca de Rivadonde se empieza á ver algunas estratas calcáreas, a sobre la alta llanura de Arqueros.

rozo mas extenso de esta formacion que corresponde aja occidental, es el de Chañarcillo, célebre por sus minas de plata; principia en el cerro de la Jaula, como ia distancia entre Chañarcillo y Ballenar, y se extiende, rte, hasta el cerro del Checo. Es la parte de Chile e está mas desarrollada la formacion calcárea, pues las subdivisiones se hallan allí reunidas presentando, en rte inferior, las areniscas, las margas en la parte media, calizas compactas y siliceosas en la superior (Pl. XVI).

a el lado del poniente sigue esta formacion el valle de iarcillo, forma despues los cerros que cierran este valle l lado del norte; desde allí se extiende hasta el valle de apo, pasa al otro lado de este valle, en Cerrillo y en palarga, y va á envolver la falda meridional del Checo. Las iscas y las margas contienen muchas conchas petrificadas, des amonitas, pectenes, ostras y terebrátulas; estas últi- al contrario, son muy escasas en la caliza compacta, pero liza siliceosa contiene una gran cantidad de madréporas.

as rocas de esta formacion son pues todas de orígen ma- ; la ausencia de los conglomerados, y aun la de las iscas de grano grueso, indica que han sido depositadas nares tranquilos y á cierta distancia de las costas. Se ve otra parte que esta formacion está sumamente despeda-, y que lo que se ve hoy dia no son mas que trozos muy jeños de la gran superficie que debia ocupar; enfin, las ras tan diferentes donde suelen presentarse estos trozos, tiguan los grandes trastornos que desde dicha época ha ido experimentar el suelo de Chile.

ara formarse una idea aproximativa de lo que debian ser

los mares de aquellos tiempos, seria necesario distinguir, en las partes donde falta esta formacion, lo que se debe únicamente á la accion erosiva de las aguas, de las partes ya emergidas; cuestion es esta sumamente complicada y que solo podria resolverse despues de un larguísimo y prolijo estudio ; sin embargo, con los datos que hoy dia existen, se puede tratar de reunir algunos de estos pedazos dispersos y restablecer, en parte, la superficie de esta formacion. Así es como el trozo mas extenso, el de Chañarcillo, parece unirse directamente á los que existen en las cordilleras de Manflas, de Pulido y de Jorquera. Se encuentran, en efecto, en el intervalo, varios vestigios de esta formacion, como son los del cerro de la Plata, de Lomasbayas y de Carizalillo, siendo este último cerro á muy poca distancia de la quebrada de Jorquera, donde aparece de nuevo la formacion caliza. Si se admite que todos estos pedazos formaban parte de una misma superficie, resulta necesariamente que entre el Checo y Ballenar existia un vasto golfo que comunicaba con el mar situado mas al oriente, en la region ocupada actualmente por la cordillera de los Andes.

Así mismo, el pedazo que ocupa hoy dia las llanuras de Arqueros, debia juntarse con el de la cordillera de Doña Anna, lo mismo que con el de los Algodones y de los cerros de Huante. Enfin, el trozo que ocupa la extremidad sur de la faja occidental, el de Polpaico y el de Colina, seria la prolongacion de las estratas del Juncal y del cerro del Plomo. En la parte oriental de la cordillera de los Andes, es pues donde se extendia el mar en el cual se depositaban las estratas de la formacion calcárea : por el lado de Chile formaba este mar varias ensenadas que penetraban entre las formaciones ya emergidas de la arenisca colorada y de las esquitas ; en estas ensenadas es donde se depositaban las estratas de la faja occidental.

FORMACION DE LAS LIGNITAS.

La serie de estratas que componen esta formacion, comprende varias especies de rocas, en las cuales vuelven á aparecer los conglomerados de piedras rodadas, las areniscas, las arcillas, la caliza y ademas estratas mas ó ménos gruesas de lignita. El aspecto y composicion de estas rocas, presentan diferencias muy notables, segun se las ve en el norte ó en el sur de Chile. La caliza es muy escasa en el sur, miéntras que forma una gran parte de las estratas del norte, donde no se encuentra ningun vestigio de lignita. La parte inferior de esta formacion consta, en las provincias del sur, de una arenisca de grano muy fino, sin estratificacion aparente y que contiene muy á menudo una pequeña cantidad de carbonato de cal. Esta arenisca es muy abundante en restos orgánicos, hallándose en ella baculites, trigonias, cardium y dientes de pescados: en algunas localidades, como en Levau y en la isla de la Quiriquiña, contiene, ademas, pequeños trozos de pirita blanca, de forma esférica y que parecen ocupar el lugar de equinos ó de algun otro animal marino.

Mas encima de esta arenisca se encuentra primero una estrata de una arcilla esteatitosa, que sostiene otra de una arenisca muy fina, con vetas paralelas de distinto color, como se puede ver en Lota y en la isla de la Quiriquiña (Pl. XVIII). En seguida se encuentra, segun las localidades, una estrata de conglomerado ó de arenisca, encima de las cuales hay otras estratas de arcilla y de arenisca. Estas areniscas, que son bastante blandas, contienen una pequeña cantidad de arcilla y algunas ojitas de mica. Las arcillas son casi siempre de un gris oscuro, contienen muchas impresiones vejetales, y en algunas partes, como Levau, Lota, Coronel y la Quiriquiña, hay estratas bastante gruesas de una lignita que

se asemeja mucho à la hulla. En fin, toda esta serie está cubierta de una poderosa capa de piedras rodadas ó de una arcilla roja sin estratificacion. Tales son los carácteres que ofrece esta formacion en el sur de Chile y á corta distancia de la costa; las mismas rocas se presentan mas al este, ya sea en los valles que se abren en la costa, ya en el gran valle longitudinal. La parte inferior consta de arcilla endurecida ó de una arenisca muy fina; la parte media de estratas interpuestas de arenisca, de arcilla y de lignita, y la parte superior está siempre ocupada por una capa de terreno de acarreo (Pl. XIII).

La formacion de lignita tal como acabamos de describirla, deja de presentarse al norte del grado 33, estando sustituida por otras rocas en las que predomina la caliza y cuyo orígen es esclusivamente marino. Ántes de experimentar esta trasformacion, ofrece, sin embargo, algunas particularidades que es útil mencionar. Las lignitas de la parte sur, como las de Levau y de Lota, lo mismo que las arcillas, solo presentan impresiones de hojas ó de ramas muy pequeñas, miéntras que en las lignitas de Topocalma y de Idango, se suelen hallar gruesos troncos en estado de silex ó carbon, entre los cuales se reconoce, ademas de los dicotiledones, varios tallos de palmera que parece ser la misma de Chile (*Jubœa spectabilis*). Caminando mas hácia el norte, se encuentran las lomas de Bucalemu y Santo Domingo, que pertenecen á la misma formacion, pero que están desprovistas de lignitas y en las cuales se encuentran algunas estratas de arenisca muy abundantes en conchas marinas. Estas circunstancias parecian indicar que las lignitas de Levau se han formado, en lugares pantanosos desprovistos de árboles mayores, miéntras que las de Idango se formaban á la embocadura de algun rio candaloso que acarreaba corpulentos árboles. Volviendo á la serie que aparece en el norte, se nota

ue las estratas que la componen son únicamente de arenisca de caliza, ménos la parte superior que está formada, como n el sur, de terreno de acarreo. El primer punto donde se a encuentra es cerca de Coquimbo, en las lomas que se extienden entre la Serena y Tambillo. La estrata mas inferior que puede observarse está formada de un banco de grandes ostras que se refieren á la especie conocida con el nombre de *Ostrea maxima*. Sobre este banco descansan varias estratas de arenisca que contienen numerosas conchas y sobre todo la *Venus anetiana*. Otra estrata calcárea formada casi únicamente de pedazos de conchas, se sobrepone á estas areniscas y sostiene ella misma otra estrata de caliza compacta desprovista de conchas. Enfin, el terreno de acarreo termina esta serie y forma las barrancas que se extienden al este, á lo largo del rio de Coquimbo.

Esta formacion vuelve á aparecer mas hácia el norte en las lanuras de Chañaral y cerca del puerto de Copiapo, donde adquiere mucha extension, y se adelanta bastante en la direccion del este. El órden en que se suceden las estratas, es el mismo que en las cercanías de Coquimbo : el banco de grandes ostras vuelve á aparecer en la parte inferior y despues las areniscas que contienen allí una gran cantidad de conchas del género *Fusus*. La caliza compacta aparece tambien y se extiende sobre el llano llamado Travesía. El terreno de acarreo compuesto de rocas rodadas, falta en esta parte, pero está sustituido por una arcilla roja que se ve en la cumbre del morro de Copiapo : sin embargo, caminando mas hácia el norte vuelve á aparecer primero en el valle de Copiapo y luego en el de Cerillos, de donde se extiende hasta el pié del cerro de Carizalillo.

Así aparece la formacion de lignita, de trecho en trecho, á lo largo de la costa de Chile, desde Caldera hasta la Tierra-de-Fuego, donde se ve que se estriba sobre la falda oriental

de la cordillera de los Andes y se extiende, al norte, en los vastos llanos de la Patagonía. Ella es aun la que forma, al oeste de la misma cordillera, una gran parte de la isla de los Chonos y de Chiloé, desde donde se extiende por las provincias de Llanquihue, Valdivia y Arauco, ocupando allí todo el espacio comprendido entre la cordillera de la costa y la de los Andes. Cuando llega á la altura de Pargas, se divide esta formacion en dos fajas, una de las cuales sigue á lo largo de la costa y la otra se extiende en el valle longitudinal. Las estratas que constituyen cada una de estas fajas, son de diferentes orígenes : las del valle longitudinal no contienen mas que restos de vejetales y han sido depositadas en lagunas que ocupaban la mayor parte de este valle; las de la costa son todas de orígen marino y se han formado casi siempre en el desembocadero de grandes rios, lo cual explica la presencia simultánea de los vejetales terrestres y de las conchas marinas. El primer depósito marino que se encuentra, cuando se va hácia el norte, es el de Pargas, el cual tiene poca extension. Viene en seguida el de Levau, que se extiende sin interrupcion desde la laguna de Lanalhue, hasta la bahía de Arauco, donde forma la parte de Chile que se adelanta mas al poniente. La isla de Santa-Maria pertenece tambien á esta formacion y es como la prolongacion de la punta de Lavapié.

Interceptada un corto trecho por las esquitas cristalizadas de Laraquete, vuelve á presentarse esta misma formacion un tanto al norte de Colcura, donde forma las lomas de Lota, de Coronel y de Puchoco. Vuelve á aparecer al otro lado del Biobio, en Concepcion, Talcahuano, Lirquen y la isla de la Quiriquiña. Forma el cerrito del Tomé, así como una parte de la playa, y deja ver algunos vestigios en Covquecura y en Buchupureo.

En toda la parte de la costa que se extiende desde allí hasta

el desembocadero del Mataquito, solo se encuentran vestigios insignificantes, pero al norte de este rio, vuelve á ocupar una superficie bastante extensa; en efecto, forma los llanos de Topocalma y de Idango, hasta el rio Rapel pasa al otro lado de este rio, donde ocupa las lomas de Santo-Domingo y de Bucalemu, extendiéndose por una angosta punta hasta el puerto de San Antonio. Otro pequeño trozo de esta formacion aparece á la vista en la punta de Algarrobo y en Perales, siendo este punto el último donde se encuentran algunos vestigios de lignita. La misma formacion se presenta mas hácia el norte en la provincia de Aconcagua, al norte del rio de Quillota, donde ocupa los llanos de Quintero y de Puchuncavi. Se la ve despues en la provincia de Coquimbo, cerca del rio Limari, de la Serena y en Chañaral; enfin, se la encuentra otra vez, desde el puerto de Copiapo, hasta el norte de Caldera.

En la faja que corresponde al valle longitudinal, ocupa esta formacion superficies mucho mas extensas que en la de la costa; forma la mayor parte del llano de la Araucanía, desde donde se extiende por las provincias de Concepcion, de Ñuble y de Maule. Hácia la parte norte de esta última provincia, forma las lomas que se apoyan sobre la falda de los Andes, como son las de Semita y de Longavi. Del mismo modo se la ve en la parte oriental de las llanuras de Talca, donde desaparece á menudo cubierta por formaciones volcánicas. Esta formacion ha sido en gran parte destruida, en las provincias de Curico y de Colchaga, por las erosiones que han formado los valles del Lontue, del Teno y del Tinguiririca, apareciendo solo algunos vestigios en la parte angosta de estos valles, al llegar á la region de los Andes, donde forman altos barrancos que dominan estos rios. En el llano que se extiende desde la angostura de Paine, hasta la cuesta de Chacabuco, la formacion de lignita ocupa las lomas que se extienden entre el Maipo, el Mapocho y el estero de Lampa.

Se la ve tambien en algunas de las partes bajas de este llano, pero son únicamente las estratas inferiores; las demas han sido arrebatadas por las aguas y sustituidas por el terreno de acarreo moderno. En la parte oeste del valle de Maipo, se encuentran tambien algunos vestigios de esta formacion, como en la Junta y en Puro, donde parece que se han reunido con las estratas marinas de la costa.

Mas al norte del valle de Aconcagua, desaparece la gran llanura longitudinal y con ella la formacion de lignita, y solo se la vuelve á hallar en los llanos de Ovalle. En esta parte se junta con las mismas estratas de la costa, observándose la misma disposicion en la Serena y en Caldera. Enfin, despues de las altas planicies de Tres-Puntas, se encuentra de nuevo esta formacion en las llanuras del desierto de Atacama, donde se extiende hasta el rio Loa.

Tal es la situacion de la formacion de lignita sobre el territorio de Chile. Se ve que cuando se depositaron las estratas que la forman, tenia esta parte de la América una configuracion poco diferente de la que presenta hoy dia. La cordillera de los Andes y la de la costa, dibujaban ya las grandes líneas de este territorio: el espacio que separaba estas dos cordilleras era ocupado por grandes lagunas, y las ensenadas de la costa estaban mas pronunciadas, cerca del mar, de lo que están ahora, pero correspondian, como hoy, al desembocadero de los principales rios, como son el Levau, el Carampangue, el Biobio, el Rapel y los rios de Coquimbo y de Copiapo. Si se tiene presente la configuracion de Chile en la época en que se depositaban las últimas estratas de la formacion calcárea, época durante la cual, la mayor parte de las tierras situadas al este de los Andes estaban debajo del mar que se extendia, en ciertos trechos, hasta el mismo pié de la cordillera de la costa, se ve que durante la formacion de lignita es cuando el suelo de Chile ha experimentado los

mayores trastornos, pues entónces es cuando las altas serranías de los Andes han debido llegar á la altura que presentan hoy dia. Si se considera que el terreno de acarreo que ocupa la mayor parte de los llanos y se extiende desde los Andes hasta la costa, ha venido á ser el último término de esta serie de estratas y que se le puede seguir hasta en el interior de la region andina, donde forma mesetas escalonadas por ambos lados de las grandes quebradas, resulta, de los materiales que lo forman, que no puede provenir mas que de estas mismas cordilleras y que ha debido ser acarreado á los lugares que ocupa, por grandes avenidas de aguas que se precipitaban de estas alturas hácia el mar. Entónces es cuando se cegaron las lagunas que ocupaban el llano longitudinal y que las aguas detenidas por la cordillera de la costa, se abrieron un camino hasta el mar. Á esta misma época parece tambien referirse la separacion del continente de las islas que forman los archipiélagos de Chiloé y de los Chonos, pues en muchas de ellas se encuentra el mismo terreno de acarreo que no hubiera podido llegar hasta allí si hubiesen estado, como ahora, separadas del continente. La misma ensenada de Reloncavi no parece haber sido otra cosa sino uno de esos antiguos lagos cuya parte sur se habrá hundido, porque lo mismo sucederia á la laguna de Llanquihue si la faja angosta que la separa del mar llegara á hundirse ó á ser arrebatada por alguna gran avenida, por ser el fondo de esta laguna muy inferior al nivel del mar.

FORMACION DE ARENAS Y CONCHAS.

Para tener una idea exacta de esta formacion, hay que trasladarse algun tanto al norte del límite de Chile, porque en ninguna parte se presenta tan entera como en el gran llano que se extiende desde la bahía de Antofagasta hasta

ía de Mejillones. Cerca de este último puerto se pueden ver á la vez las estratas de la formacion de lignita y la de las arenas con bancos de conchas. Las primeras estratas, idénticas á las de Coquimbo y de Caldera, presentan una inclinacion muy notable, miéntras que las de arenas están en una posicion casi horizontal. Esta última serie está formada por estratas de una arenisca muy blanda que ocupan la parte inferior y alternan con otras estratas de yeso y de una toba muy liviana compuesta casi únicamente de restos de animales marinos. Esta estrata que se ve únicamente en la bahía de Mejillones, es la que descansa inmediatamente sobre la formacion de lignita: encima están las areniscas y los yesos entre los cuales suelen encontrarse algunos bancos de sal gema y numerosos bancos de conchas cuyas especies son las mismas que las que viven actualmente en la bahía. Los choros y los pectenes, son los que forman los bancos mas extensos, y uno de estos ocupa, en una gran extension, la parte superior de la formacion. Así es que todo este llano no es mas que un fondo de mar que ha sido llevado al nivel que ocupa hoy dia, en una época posterior á la formacion de lignita.

El espacio donde se depositaban estas estratas estaba entónces ocupado por un largo y ancho canal que reunia las dos bahías de Mejillones y de Antofagasta, dejando al poniente una isla formada por los cerros Moreno y Mejillones. Por la composicion de estas estratas se puede juzgar de la variedad de las materias que se depositan en el mar, siendo notable, entre todas, el sulfato de cal, pues ya se sabe que el agua del mar no contiene mas que tres milésimas partes de este cuerpo, y forma allí bancos de tres ó cuatro metros de grueso.

Hállanse vestigios de esta formacion en la costa de Chile hasta el grado 38, pero en ninguna parte se presenta tan desarrollada como en Mejillones; donde ocupa mayor es-

pacio es en las inmediaciones de Caldera, pues se extiende al este hasta Monte-amargo y en una gran parte del llano de la Travesía. Aquí se compone únicamente de bancos de arena en los cuales se encuentran numerosas conchas, y los mas altos se hallan situados á una altura de veinte y cinco á treinta metros sobre el nivel del mar. Llevadas estas arenas por los vientos del oeste, llegan hasta la falda de los primeros cordones de cerro, donde se amontonan en altas dunas, llegando á veces hasta la altura de los boquetes y extendiéndose desde allí hasta el otro lado, como lo haria una materia fluida. Así suelen llegar hasta una gran altura, y el cerro de Arenas situado entre Copiapo y Tres-Puntas, no tiene otro orígen.

Se halla otra vez esta formacion cerca del Huasco, en Chañaral, en Coquimbo y en Tongoí. Se la ve, mas al sur, cerca de Valparaiso y del puerto de San Antonio, en el desembocadero del Maule y del Bio bio, donde forma el llano que se extiende entre Concepcion y Talcahuano, así como una parte del de Coronel. Á medida que se va acercando al sur, se nota que la altura de las últimas estratas va disminuyendo. En efecto, en las cercanías de Mejillones llega esta altura hasta cuarenta metros; en Caldera no pasa de treinta; cerca de Valparaíso y de San Antonio se mantiene entre quince y veinte; enfin, en Levau, llega apenas á dos ó tres metros encima de las arenas de la playa.

Á esta misma formacion pertenecen las arenas, las arcillas, los bancos de sal de gema y de salitre del desierto de Atacama. Aunque no se encuentra en las estratas del desierto ningun indicio de conchas ó restos marinos, la presencia de la sal en bancos espesos, así como la del yeso, establecen la mayor semejanza entre estas estratas y las de Mejillones; todo lo cual induce á creer que el mar penetraba entónces hasta las grandes llanuras del desierto y se extendia hasta el

mismo pié de los Andes. Entónces el clima debia ser muy distinto de lo que es hoy dia. Como la humedad era mayor, una abundante vejetacion debia cubrir las faldas de estas cordilleras, y la frecuencia de los aguaceros alimentaba estos rios cuyas cajas se encuentran tan á menudo.

En el interior del llano longitudinal, hay tambien algunos vestigios de esta formacion, tales como las arenas que ocupan una gran parte del llano entre Chillan y los Ángeles y las que se ven cerca de Santa Juana y de Palquí.

Algunas estratas de la misma época que aparecen en el llano de Quintero cerca de la laguna de Campeche, contienen una pequeña capa de unos cuantos centimetros de grueso, compuesta de tripoli blanco formado únicamente por restos de animales microscópicos silicificados. Igual produccion se encuentra cerca de la laguna del Maule y en algunos otros puntos donde parece que está en relacion con antiguos manantiales de aguas termales.

RELACIONES DE LAS FORMACIONES ESTRATIFICADAS DE CHILE CON LAS DEL ANTIGUO CONTINENTE.

La descripcion de las formaciones estratificadas de Chile no seria completa si no se buscasen las relaciones que pueden tener con las que han servido de tipo para establecer las grandes divisiones geológicas.

Las distintas series que hemos considerado son las que están indicadas por la situacion de las estratas, las cuales han salido sucesivamente del mar y son, por consiguiente, las que expresan con mas exactitud los trastornos que ha experimentado esta parte de América. Pero ademas de estas divisiones fundadas sobre la estratigrafia, admiten los geólogos otras que descansan únicamente sobre la naturaleza de los restos orgánicos considerando como de una misma época

las estratas que contienen las mismas especies. Este principio, cuya exactitud se ha verificado sobre superficies muy extensas, permite comparar entre sí formaciones situadas á grandes distancias unas de otras ó separadas por los mares. Así es como las formaciones estratificadas han sido repartidas en cinco grandes divisiones correspondientes á épocas sucesivas. La mas antigua lleva el nombre de azóica, porque no contiene ningun índice de restos organizados. Siguen despues la época paleológica, la época secundaria, la época terciaria, y en fin, la época cuaternaria, siendo en esta la última en que los restos organizados son de la misma especie que los animales ó vejetales que existen actualmente. Á esta época, pues, debe referirse la formacion de las arenas con bancos de conchas, que acabamos de describir. Con todo, debe advertirse que el terreno de acarreo del antiguo continente, está considerado como si perteneciese á esta época, miéntras que el de Chile se refiere á la época terciaria, pues en él es donde se han encontrado los restos del Mastodon andino, considerados como característicos de la época terciaria.

Hasta ahora no se ha encontrado ningun resto de animales mamíferos, en la formacion de lignita, pero sí de lagartos, de pescados y un gran número de moluscos, entre los cuales hay bastantes especies que existen aun hoy dia y muchos otros que han desaparecido de la fauna actual. Entre estos últimos figura el *fusus Petitianus*, el *fusus Cleryanus*, el *fusus echunilatus*, un *concholepas*, la *panopæa coquimbensis*, la *ostræa maxima* y la *ostræa rostrata*. Estos moluscos, así como los que indicamos mas adelante en la lista general de los fósiles de esta formacion, tienen la mayor semejanza con los de la época terciaria del antiguo continente; la *ostræa rostrata* difiere apénas de la *ostræa longirostra* que suele encontrarse á menudo en la parte superior de la for-

macion terciaria. En las estratas de Caldera, de Coquimbo, de Bucalamu y de Topocalma, es donde se hallan las especies que acabamos de indicar. Las estratas inferiores á las lignitas contienen tambien los restos de muchas especies, pero estas se alejan mucho mas de las que existen hoy dia.

No se ha hallado aun en estas estratas ningun resto de mamíferos, pero sí de una grande especie de lagarto que parece referirse al plesiosaurus. Hay tambien dientes de pescados de la familia de las lijas y entre los moluscos se hallan el *nautilus Valencienii*, el *baculites anceps* y la *trigonia Hannetiana*. Estos mismos fósiles se hallan tambien en Europa en las estratas que ocupan la parte superior de la formacion cretácea. Se ve pues que la serie que hemos descrito bajo el nombre de formacion de lignita, contiene á la vez una parte que se refiere á la formacion terciaria y otra á la formacion cretácea. Las arcillas y la lignita, que ocupan la parte mediana de esta serie, corresponden probablemente á las estratas inferiores de la formacion terciaria, y las areniscas de Bucalema, Coquimbo y Caldera á las estratas medias y superiores : asi, pues, esta serie debe estar formada por la parte superior de la formacion cretácea, por la formacion terciaria y por el diluvium.

Damos aquí la lista de los principales fósiles de esta serie y la indicacion de los lugares donde se hallan.

Plesiosaurus chilensis.

En las areniscas de la punta norte de la isla de la Quiriquiña.

Odontaspis.

Los dientes de este pescado son bastante comunes en las areniscas de Lota.

NAUTILUS VALENCIENII.

En la punta norte de la isla de la Quiriquíña.

BACULITES ANCEPS.

En las areniscas del puerto del Tome, en el cerro amarillo de Concepcion, en las lomas de la Hacienda de Hualpen.

SCALARIA CHILENSIS.

En las areniscas de Puchoco y en la parte norte de la isla de la Quiriquiña.

FUSUS DIFFICILIS.

En la parte norte de la isla de la Quiriquiña.

PIRULA DILATATA.

En el mismo lugar que la anterior.

NATICA ARAUCANA.

CRASSATELLA VENERIFORMIS.

LUTRARIA CRUCIFORMIS.

MACTRA ARAUCANA.

Todas estas especies se hallan en la parte norte de la isla de la Quiriquiña.

VENUS OREA.

En las areniscas de Puchoco y de la isla de la Quiriquiña.

VENUS ROUAULTII.

En las areniscas de la isla de la Quiriquiña.

NUCULA LARGILLARTII.

En las areniscas de Puchoco y en la isla de la Quiriquiña.

Trigonia hanetiana.

En la isla de la Quiriquiña.

FÓSILES DE LAS ESTRATAS SUPERIORES.

Bulla antiqua.

En las areniscas de Coquimbo.

Turritella affinis.
Fusus equinulatus.
Fusus Petitianus.
Fusus Cleryanus.
Fusus strio-nodosus.
Fusus Clathratus.
Fusus Orbignyi.
Pleurotoma lanceolata.
Triton armatum.
Monoceros Blainvillii.
Monoceros labiale.
Monoceros opimum.

Todas estas especies se encuentran en las areniscas de Coquimbo y de Caldera; las dos últimas se hallan tambien en Topocalma.

Concholepas Kienerii.
Cassidaria tuberculifera.
Oliva tumorifera.

Estas tres especies son de las areniscas de Coquimbo.

Natica pachystoma.

En Topocalma.

Natica Orbignyi.
Sigaretus elegans.
Dentalium corrugatum.

DENTALIUM INTERMEDIUM.

Estas especies son tambien de Topocalma.

PANOPÆA COQUIMBENSIS.

En Coquimbo.

AMPHIDESMA CURVIROSTRUM.
AMPHIDESMA RADULA.
AMPHIDESMA VARIABILIS.

En las areniscas de Coquimbo.

MACTRA COLCHAGUANA.

En las areniscas de Cahuil.

MACTRA AUCA.
VENUS COQUANDII.
VENUS HANETIANA.
VENUS CLERYANA.
VENUS PETITIANA.
VENUS CHILENSIS.

En las areniscas de Coquimbo y de Caldera.

VENUS VILLANOVA.
VENUS PULVINATA.
VENUS INSULSA.
NUCULA ELEGANS.

En las areniscas de Coquimbo y de Caldera.

PECTUNCULUS COLCHAGUENSIS.

En las areniscas de Topocalma.

PERNA GAUDICHAUDII.
PECTEN PROPINQUUS.
OSTRÆA ROSTRATA.
OSTRÆA TRANSITORIA.
OSTRÆA MAXIMA.

En las areniscas de Caldera y de Coquimbo.

FÓSILES DE FORMACION CALCÁREA.

Los fósiles que se hallan en la formacion calcárea de Chile, pertenecen todos al período secundario, y por su aspecto general recuerdan los de las formaciones jurásicas y cretáceas. Las belemnitas, las amonitas, los nautiles son muy abundantes : tambien se hallan las gryfeas, las foladomias, las trigonias, las terebratulas y los espiríferos. Algunos de estos fósiles se encuentran exclusivamente en las areniscas que forman las estratas inferiores de esta serie y son el *belemnites giganteus*, el *ammonite bifurcatus*, el *ammonites canaliculatus*, la *turritella andii y* el *espírifer tumidus*, así como varias terebratulas grandes.

La *gryphea arcuata* se halla tambien en estas mismas areniscas junto con el *espirífer tumidus :* estas dos conchas caracterizan en Europa la formacion del lias, miéntras que el *belemnites giganteus* pertenece á la de la grande oolita ; y como aquí las tres especies se encuentran juntas, resulta que en Chile los fósiles de estas dos formaciones se hallan mezclados.

Las de estratas de margas y de caliza que descansan sobre las areniscas, son amonitas juntas con las foladomias, las ostras, los pectenes y las terebrátulas. Las amonitas de estas estratas están desprovistas de tubérculos, y las que se encuentran con mas frecuencia son el *ammonites fimbriatus* y el *ammonites radians*, especies que pertenecen á la parte media del lias. Estas especies se hallan juntas con foladomias y ostras, entre las cuales se nota la *ostræa cymbium* my la *ostræa gregarea*, una de las cuales es característica de lias y la otra de la grande oólita.

En fin, las estratas de caliza con silex, que ocupan la parte superior de esta serie, contienen una gran cantidad de amo-

nitas provistas de tuberculos, tales como el *ammonites Domeykoanus*, el *ammonites macrocephalus* y tambien el *crioceruas Duvilii* y el *nautilus Chilensis*.

Resulta, pues, que la formacion calcárea de Chile contiene á la vez los fósiles del lias, los de la oólita y los de la parte inferior de la formacion cretácea. Las especies están dispuestas en un órden tal, que si se las considera en su conjunto, se suceden del mismo modo que en las formaciones jurásicas de Europa: las especies del lias ocupan aquí la parte inferior; las de la oólita, la parte media, y en la parte superior se hallan las especies de la formacion cretácea; pero es del todo imposible establecer en este conjunto algo que corresponda á las subdivisiones que se observan en el antiguo continente, porque se suelen encontrar, en la misma estrata, especies que se consideran como pertenecientes á subdivisiones distintas: todo lo que se puede hacer es no tomar en cuenta estas divisiones que parecen peculiares á ciertas localidades y referir al lias la parte inferior de la serie; á la oólita la parte media, y la parte superior á la formacion cretácea.

Hé aquí la lista de los fósiles peculiares á cada una de estas grandes subdivisiones.

ESTRATAS INFERIORES.

BELEMNITES GIGANTEUS.

AMMONITES CANALICULATUS.

Estas dos especies se hallan en las areniscas de Manflas y de la quebrada de la Ternera.

AMMONITES BIFURCATUS.

En las arcillas esquitosas del morro de Chañarcillo.

TURRITELLA ANDII.

En Manflas y en la quebrada de la Ternera.

TRIGONIA CATENIFERA.

En las areniscas de la parte inferior del cerro de Doña-Ana.

OSTRÆA ARCUATA.

En el rio Paloma, en el Molle, cerca de Chañarcillo, en Manflas y en la Ternera.

TEREBRATULA DOMEYKOANA.
TEREBRATULA PEROVALIS.
TEREBRATULA ORNITHOCEPHALA.
TEREBRATULA TETRAEDRA.
SPIRIFER TUMIDUM.

Estas especies han sido halladas en la quebrada de Pucalume y en las Tres-Cruces.

FÓSILES DE LAS MARGAS Y CALIZAS.

AMMONITES FIMBRIATUS.
AMMONITES RADIANS.
AMMONITES TRIPARTITUS.
AMMONITES GEMMATUS.
AMMONITES MACROCEPHALUS.

En el cerro de Doña-Ana.

NATICA PHASANILA.
PHOLADOMIA FIDICULA.
PHOLADOMIA ATTENUATA.
PHOLADOMIA ABREVIATA.
PHOLADOMIA ACOSTA.

PHOLADOMIA ZIETENII.

PHOLADOMIA LÆVIGATA.

En el cerro de Doña-Ana.

PANOPÆA PEREGRINA.

PANOPÆA TURGIDA.

En el cerro de Doña-Ana.

POSIDONIA.

Cerca de la Aguada de Chañarcillo.

VENUS DUBIA.

CARDITA ENIGMATA.

CARDITA MYTILOIDES.

En el cerro de Doña-Ana.

ARCA SANTIAGUENSIS.

En el Portillo de los Piuquenes.

LIMA RUSTICA.

LIMA RARICOSTA.

LIMA DUBIA.

En el cerro de Doña-Ana.

PECTEN ALATUS.

En Manflas, las Tres-Cruces, las Amolanas y Jorquera.

PECTEN UNGUIFORMIS.

En las Amolanas y Chañarcillo.

PECTEN ABNORMIS.

En las Amolanas.

OSTRÆA OBLONGA.

OSTRÆA MARSII.

OSTRÆA RIVOTI.
OSTRÆA SANDALINA.
OSTRÆA GREGAREA.
OSTRÆA PULLIGERA.
OSTRÆA INCARPIFERA.

En el cerro de Doña-Ana.

OSTRÆA SANTIAGUENSIS.

En el Portillo de los Piuquenes.

OSTRÆA CYMBIUM.

En Doña-Ana, Manflas y Chañarcillo.

TEREBRATULA CONCINA.
TEREBRATULA FICOIDES.
TEREBRATULA EMARGINATA.
TEREBRATULA BICANALICULATA.

En el cerro de Doña-Ana.

CALIZAS CON SILEX.

NAUTILUS CHILENSIS.

Cerca de Arqueros.

NAUTILUS STRIATUS.
CRIOCERAS DUVELII.

En el cerro de Doña-Ana.

ARCA SANTIAGUENSIS.

Cerro de la Calera, cerca de Quillota.

OSTRÆA COULONI.

En Arqueros.

OSTRÆA COLUMBA.

En Chañarcillo.

La serie de estratas compuestas de arcilla y de yeso, no ha presentado hasta ahora ningun fósil, y faltan por consiguiente los términos de comparacion para saber cuales son sus equivalentes en otros países: pero las areniscas coloradas sobre las cuales descansan, contienen numerosos restos vejetales, entre los cuales se reconocen los helechos, las equisetáceas y los coníferos: hay que notar que estos últimos no se hallan en la formacion carbonífera, miéntras que se encuentran en abundancia en la formacion permiana; y que las areniscas coloradas de Chile, tienen la mayor semejanza con las rocas que constituyen esta formacion en Europa. Como por otra parte las arcillas con yeso se hallan situadas entre estas areniscas y la formacion del Lias, no pueden ocupar otro lugar que el que corresponde á la formacion del trias.

Una circunstancia notable es la abundancia del peróxido de hierro en las areniscas coloradas de Europa y en las de Chile; la misma concordancia se nota en el predominio de la caliza en las formaciones jurásicas de ambos continentes, de modo que ademas de las causas locales, que podian influir sobre la composicion de las rocas de esta formacion, se deben admitir tambien causas generales que, en los mares de aquellas épocas, hacian dominar á veces el hierro, á veces la caliza. Así pues, la composicion mineralógica de las rocas, considerada bajo este punto de vista general, puede servir de guia para comparar entre sí las diferentes formaciones esparcidas sobre la tierra. El predominio del sílice seria el carácter de las formaciones del período primario; la del hierro el de las formaciones permianas y triásicas y la de la cáliza el de los períodos secundarios y terciarios.

La formacion antracitosa de Chile es tan escasa en fósiles, que no es posible valerse de estos para establecer algunos puntos de comparacion con las formaciones del antiguo con-

tinente. Con todo, su situacion entre la formacion de las esquitas cristalizadas y la formacion permiana, indica que debe corresponder ya sea á une parte, ya á la totalidad de la serie que comprende las formaciones siluriana, devoniana y carbonífera. Por otra parte se la ve ocupar grandes superficies en el lado occidental de la América del sur, y se la puede seguir casi sin interrupcion desde Chile hasta Bolivia, donde se encuentran los fósiles con alguna abundancia y vienen á apoyar las deducciones sacadas de su situacion.

En las estratas que aparecen inmediatamente debajo de la arenisca colorada, cerca de la laguna de Titicaca y tambien en el morro de Arica, ha hallado el Doctor d'Orbigny fósiles que se refieren á la formacion carbonífera, tales como el *productus Villersii*, el *spirifer Pentlandii*, el *spirifer Boissyi*, la *trigonia antigua*, etc. Las areniscas cuarzosas y las psamitas situadas bajo estas estratas, están muy desarrolladas en la alta llanura boliviana, y cerca de Sorasora hemos hallado, en estas estratas, los fósiles que caracterizan las formaciones devonianas y silurianas, á saber : las trilobitas, las orthis y los espiríferos. Estos fósiles están allí reunidos en una estrata muy delgada y presentan especies que pertenecen á la vez á la formacion siluriana y á la formacion devoniana; tales son el *homalonotus Linares*, el *pacops latifrons*, el *phacops Pentlandii*, el *orthis Andii* y el *orthis aimara.*

Resulta de esta comparacion, que las formaciones estratificadas de Chile abrazan todas las series de los períodos geológicos; pero las subdivisiones que se observan en ellas, no corresponden á las del antiguo continente. Las tres formaciones siluriana, devoniana y carbonífera, no constituyen en Chile mas que una sola, pues no se nota en las estratas ninguna discordancia de estratificacion. Las dos series que siguen, la de la arenisca colorada y la de las arcillas con yeso, corresponden á la formacion permiana y á la

formacion del trias del antiguo continente. La formacion calcárea abraza por sí sola el lias, todas las subdivisiones de la formacion jurásica y la parte inferior de la formacion cretácea. En fin, la parte superior de la formacion terciaria y el diluvium forman una última serie, que hemos designado con el nombre de formacion de lignita. El siguiente cuadro indica la concordancia de estas formaciones.

CONCORDANCIA DE LAS FORMACIONES DE CHILE CON LAS DEL ANTIGUO CONTINENTE.

Formaciones chilenas.	Formaciones europeas.
Esquita cristalizada	Azóica.
Antracitosa	Siluriana. Devoniana. Carbonífera.
Arenisca colorada	Permiana.
Arcilla y yeso	Triásica.
Calcarea	Liásica. Oolítica. Cretácea inferior.
De Lignita	Cretácea superior. Terciaria. Diluvium.
Arenas y Conchas	Cuaternaria.

FORMACIONES PLUTÓNICAS.

Las rocas plutónicas hacen un gran papel en la geología de Chile, donde aparecen desde las épocas mas remotas y se suceden hasta los tiempos modernos, siendo tambien á ellas á las que debe el suelo los principales caractéres de su relieve. Consideradas bajo el punto de vista de su composicion, pueden repartirse en dos series: una formada por las rocas en que el feldespato es la parte dominante, como el granito, la sienita, el pórfido y las rocas volcánicas modernas;— y a la otra corresponden las rocas cuyo labradorita constituia la base y en

las cuales están sucesivamente mezcladas la hiperstena y el piróxeno.

Las rocas de serpentina faltan enteramente en Chile donde parece que están representadas por algunas especies de la segunda serie. Vamos, pues, á estudiar sucesivamente las que pertenecen á estas dos series.

GRANITO.

Hay en Chile tres variedades de granito y cada una de ellas pertenece á una época distinta. La mas antigua es el granito porfiroídeo, notable por sus grandes cristales de feldespato; el cuarzo se ve tambien en ella en pedazos bastante considerables y la mica es de un pardo oscuro. Esta roca no se presenta nunca bajo la forma de dykes, como suele suceder en otros granitos: está siempre descubierta en grandes extensiones y cercana al gneiss con el cual se confunde por una gradacion insensible, de modo que debe ser de la misma edad ó mas antigua que esta última roca.

La segunda variedad de granito es, por lo regular, de grano fino y contiene dos especies de feldespato, la ortoclasia y la oligoclasia. La mica es del mismo color que en la variedad anterior y contiene, ademas, una cantidad muy notable de hierro titanífero. Esta roca se presenta generalmente en dykes muy espesos que atraviesan los granitos porfiroídeos, las esquitas cristalizadas y la formacion antracitosa cuyas estratas han sido levantadas por estos dykes. Junto al contacto de estas formaciones con el granito, se nota que la estructura, lo mismo que la composicion de las rocas que las constituyen, han experimentado cambios muy considerables de los cuales ha participado tambien el granito: así es que se ve la amfíbola juntarse á menudo con la mica y cambiarlo en sienita. Se notan ademas numerosas

ramificaciones que se desprenden del dyke y penetran entre las estratas : el granito que constituye estas ramificaciones está formado por anchos cristales de feldespato, de cuarzo y de mica, como si la cristalizacion se hubiese efectuado con mas lentitud. Cada una de las especies mineralógicas, parece haberse apartado de las demas, y la mica, sobre todo, se presenta en grandes hojas, siendo á menudo blanca en vez de ser oscura. Ademas de las especies particulares al granito, estas ramificaciones contienen muchas veces turmalina y á veces titano rutilo diseminado en el cuarzo.

Las partes exteriores de estos granitos que reciben mas directamente la accion del agua y de la atmósfera, han experimentado grandes alteraciones. Si se las observa desde los puntos donde la roca está aun intacta, hasta la superficie del suelo, donde la descomposicion es completa, se nota, en primer lugar, que el feldespato ha perdido su trasparencia y se ha vuelto muy blando : la mica tambien ha perdido mucho de su brillo ; mas arriba el feldespato se ha cambiado en kaolina y la mica forma una arcilla roja ó amarilla, cuyo color es debido al óxido de hierro que contiene esta especie : en fin, mas cerca de la superficie, no se distingue ya lo que era feldespato y lo que era mica, porque el todo forma una arcilla rojiza en la cual el cuarzo, que se ha quedado sin alteracion, se halla diseminado. Esta descomposicion del granito se ha propagado, á veces, hasta una grande hondura : en las cercanías de la Florida y de Quirihue, se la ve extender desde la superficie hasta el fondo de quebradas que tienen desde cincuenta hasta sesenta metros de profundidad.

Sobre la superficie de estos granitos descompuestos, se suelen hallar á veces numerosos globulillos de hidrato de hierro mas ó ménos arcillosos, debidos á la suroxidacion del hierro titanado : cuando se parten, se nota que el inte-

rior está formado de capas concéntricas en las cuales va aumentado la cantidad de hierro, á medida que se acercan al centro, como si el hidrato se hubiese esparcido gradualmente en la arcilla que envolvia el pequeño grano de hierro titanado.

Esta clase de granito se halla con mucha frecuencia en la parte occidental de Chile : empieza á verse cerca del grado 38 donde forma las serranías que rodean la laguna de Lanalhue. Extiéndese desde allí en la direccion del norte, forma las lomas de Puren y el eje de la cordillera de Nahuelvuta. Se la vuelve á encontrar, despues, al otro lado del Biobio donde forma las altiplanicies de Rere, de la Florida y de Cauquenes. El espacio que ocupa el granito en estos lugares, es bastante ancho al principio, pero luego se reduce á una faja angosta que desaparece un poco ántes de llegar al Maule. Al norte de este rio forma el granito otra faja que sigue el eje de la cordillera de la costa y se extiende así hasta la provincia de Curicó donde se divide en dos ramas. Una de estas se prolonga en la direccion del norte y noreste, desapareciendo cerca del valle de Tinguiririca; la otra se inclina algo hácia el poniente y llega hasta San Pedro de Alcántara.

En toda esta extension que no baja de cuatrocientos kilómetros, se ve que el granito ha levantado las estratas cristalizadas y las de la formacion antracitosa. La inmensa grieta por donde el granito ha llegado á la superficie, sigue muy exactamente la direccion de la cordillera de la costa, que es tambien la direccion de las estratas ; á esta última se la ve seguir todas las sinuosidades del granito. Así, la formacion antracitosa existia ya cuando este granito salió del interior de la tierra, si bien todo hace suponer que no ha salido de una sola vez, sino en distintas épocas durante este largo período, pues en algunas estratas de la formacion an-

tracitosa, se encuentran fragmentos rodados de granito, miéntras que en otras partes estas estratas están cortadas por dikes de la misma roca.

Tambien se deja ver el granito en algunos otros puntos de Chile, pero nunca de un modo tan desarrollado como en el sur. Aparece cerca de Valparaiso entre la punta del Algarrobo y el rio de Tunquen y tambien mas hácia el norte entre Quilpue y el portezuelo de San Pedro. En fin, existe tambien en la provincia de Coquimbo entre Guanta y la quebrada de Pucalume.

La última variedad de granito se compone únicamente de feldespato y de mica. Se la encuentra en el norte de Chile, donde forma dykes que cortan las estratas de la àrenisca colorada en la quebrada de la Jarilla y tambien cerca de Aguaamarga. Esta variedad es de poca importancia y parece que no es mas que una modificacion de las rocas sienílticas de que vamos á hablar.

SIENITA.

(Pl. X.)

Consideradas las sienitas bajo el punto de vista de su composicion y de su formacion, deberian reunirse á los granitos, pues, como ya se ha visto mas arriba, el granito se cambia muy á menudo en sienita, cuando se acerca á las rocas estratificadas: pero en Chile ocupan las sienitas una situacion especial que les da un orígen mas moderno que el granito. Se nota, en efecto, que en muchas localidades, han penetrado estas rocas hasta las estratas de la arenisca colorada, miéntras que los granitos no van mas allá de la formacion antracitosa. Por otra parte las sienitas presentan en su composicion variaciones que las alejan mas y mas del granito. Algunas variedades que se encuentran principalmente en la parte media de Chile, están desprovistas de

cuarzo y se componen únicamente de feldespato y de anfíbola. En fin, esta última desaparece á su vez y la roca, entónces, es una especie de eurita como se ve en el cerro de Cuiquen, cerca de Quirihue, así como en la parte de la cordillera de la costa que se extiende al norte del grado 26.

Estas distintas variedades de sienita no parecen pertenecer todas á una misma época. Los conglomerados de la arenisca colorada contienen á menudo fragmentos rodados de sienita y al mismo tiempo se ve á esta roca cortar, bajo la forma de dikes, no solo las estratas de conglomerados, sino tambien las que le están sobrepuestas : por consiguiente, se la debe considerar como el producto de una serie de fenómenos que han principiado á manifestarse á fines del período carbonífero y se han repetido durante toda la formacion permiana.

Las especies minerales que se hallan accidentalmente en las sienitas, son : el hierro titanado, que es aquí mas abundante que en el granito ; la turmalina, y dos especies que aparecen por la primera vez, esto es, el epidoto y la pirita.

Así mismo han debido experimentar las sienitas la accion del agua y del aire, por estar compuestas casi de los mismos elementos que el granito. Se nota, con todo, que ya sea por efecto de una mayor resistencia á la descomposicion, ya porque hayan quedado ménos tiempo expuestas á dicha accion, no ha hecho en ellas tantos progresos la descomposicion, y tampoco forman, como el granito, cerros redondeados, sino picos muy puntiagudos.

De todas las rocas plutónicas de Chile, son ciertamente las sienitas las que se extienden en el mas grande espacio, pues ocupan, en su mayor parte, el eje de la cordillera de los Andes, desde el estrecho de Magallanes hasta el volcan de Villarica. Vuelven luego á presentarse, en el mismo eje, al norte del Biobio y forman tambien en la falda occidental de

la cordillera, una línea de cerros que se extiende desde Trapatrapa hasta el pié de la Sierra Velluda. Esta misma faja vuelve á aparecer al otro lado de la Laja y se extiende hasta el cerro de la Polcura, donde desaparece bajo las formaciones volcánicas de la cordillera de Chillan.

Otra faja, paralela á esta, aparece debajo del volcan de Chillan, sigue la quebrada de Santa Gertrudis, pasa al otro lado del Ñuble, al oeste del volcan de Longavi, forma los cerros del Melado, se extiende á la otra parte del Maule y forma la alta meseta que sostiene los volcanes del Descabezado.

Á esta misma faja pertenecen aun las sienitas que se notan en la base del volcan de Peteroa y que desaparecen mas hácia el norte bajo las estratas de arcilla y de yeso. Recorriendo así, del sur al norte, la cordillera de los Andes, se continua viendo las sienitas, sea sobre el eje mismo de esta cordillera ó en su falda occidental, formando siempre fajas paralelas, cuya direccion es algo inclinada sobre el eje de esta cordillera, de modo que lo cortan de trecho en trecho y desaparecen hácia el este bajo las formaciones calcáreas ó arcillosas. Las mas notables de estas fajas son : la que principia en la quebrada del Tinguiririca, pasa por el ventisquero de los Cipreses, el rio Cachapual y vuelve á parecer cerca del confluente del Maipo con el rio del Yeso; la que principia en la hacienda de los Perales cerca de Santiago, forma una parte de la cordillera de los Andes, sigue el rio de la Gloria en la provincia de Aconcagua y viene á cortar el eje de los Andes cerca del alto cerro que da su nombre á esta provincia. Otra faja muy notable por su extension, es la que se manifiesta en la provincia de Coquimbo y se extiende desde las cordilleras de Doña Rosa hasta la hacienda de Chingoles, pasando por las cordilleras de Uchumi, Elqui y la de Peralta. En fin, se ve extenderse una última faja desde

el Cerro-Blanco cerca de Copiapo hasta la Ternera, atravesando los cerros de Bueńos-Aires y del Checo.

No es solo en las cordilleras de los Andes donde se encuentran las rocas sieníticas, pues se las ve tambien en algunos puntos de la cordillera de la costa, tales como en Caren, en Caleu, en Catemus y en el cerro de Huatulame : ellas son las que ocupan el eje de esta cordillera, entre los grados 23 y 26.

En todas partes donde se pueden seguir estas rocas en una gran extension, se observa que han llenado vastas grietas que siguen todas el mismo rumbo; este rumbo es tambien el de las fajas de granito. Sea cual fuere la causa que ha impelido estas inmensas masas fluidas del interior á la superficie, no cabe la menor duda que no han podido abrirse paso sino destrozando y llevándose consigo parte de las formaciones estratificadas; por esta razon presentan siempre las estratas una fuerte inclinacion de oeste á este y siguen la direccion de las fajas sieníticas. La configuracion del terreno ha debido experimentar, durante este período, trastornos muy grandes; las estratas solevantadas debian formar serranías paralelas, y como el rumbo que llevaban se aproxima mucho al de la cordillera, puede decirse que desde esta época ha principiado el bosquejo de esta vasta serranía.

PÓRFIDOS CUARCÍFEROS.

Los pórfidos cuarcíferos forman como el principio de una nueva serie de rocas plutónicas que han aparecido sucesivamente desde el fin de la formacion jurásica, hasta los tiempos modernos. Así como se ha visto al granito ser sustituido gradualmente por las sienitas y estas por las euritas, los pórfidos cuarcíferos pasan tambien gradualmente á las traquitas y estas á las fonolitas y á las lavas. Estos pór-

fidos están formados por una masa compacta de un feldespato muy siliceoso en el cual se hallan esparcidos cristales de cuarzo y algunos granitos de hierro titanado. Los cristales de cuarzo suelen presentarse bajo dos formas, á saber: la del romboídeo, que es bastante rara, y la de dos pirámides hexagonales reunidas por sus bases. Suelen contener tambien un poco de mica que se presenta bajo la forma de prismas hexagonales, y en ciertas localidades algunos cristales de estaño oxidado. Su color es, en general, de un amarillo muy claro y á veces rosado ó morado.

Los pórfidos cuarcíferos existen solo en el norte de Chile donde se les suele encontrar desde la provincia de Coquimbo hasta el desierto de Atacama. Donde se ven mas desarrollados es en el ramal que se extiende desde Chañarcillo hasta el Cerro-Blanco, siguiendo despues hácia el oeste del rio de Manflas. Cerca del boquete que atraviesa el camino de Copiapo á Chañarcillo se les ve formar un dike muy grueso que se extiende hasta la base del morro de Chañarcillo. Este dike ha levantado las estratas calcáreas que forman estos cerros, y despues de haber seguido, en un espacio de algunos kilómetros, la cumbre de dichos cerros va á desaparecer al este, bajo las margas que ocupan la base del morro de Chañarcillo.

Los mismos pórfidos vuelven á aparecer en el cerro de los Frailes, en Cerro-Blanco y en la Peineta; en fin, se presentan descubiertos, de trecho en trecho, en la serranía situada entre Cerro-Blanco y el rio del Huasco. Se encuentran tambien, de trecho en trecho, en el desierto de Atacama y la altiplanicie boliviana, en los cerros de Potosí, Oruro, Sicasica y en la base del Illimani. Están distribuidos en una línea paralela al eje de la cordillera oriental de los Andes, y los dikes que se ven en Chile, tienen la misma orientacion, así como las estratas que han levantado. Á fines del período jurásico, de-

ben pues referirse las líneas estratigráficas que siguen esta direccion, y cuya existencia aparece de un modo evidente desde Bolivia hasta la parte media de Chile.

Ya se ha visto que las primeras tierras solevantadas por la salida de los granitos y de las sienitas, se extendian en direccion de sur-suroeste á norte-nordeste; las estratas jurásicas lo han sido en la del norte-oeste al sur-este, casi perpendicularmente á las anteriores, de modo que estas tierras primitivas han debido extenderse en direccion del este al oeste, cuando los pórfidos cuarcíferos reventaron las estratas jurásicas.

TRAQUITA.

(Pl. XV.)

Las traquitas tienen casi la misma composicion que los pórfidos cuarcíferos y ciertas variedades no difieren de estos mas que por su estructura algo porosa y por ser ménos claros. Por lo demas, se les ve cambiar gradualmente conforme pertenezcan á una época mas reciente y continuar así los cambios graduales que se manifiestan en toda la serie de las rocas feldespáticas.

El término mas antiguo del grupo traquítico, está representado por las traquitas cuarcíferas, rocas que existen únicamente en el norte de Chile. Las primeras se hallan en la provincia de Coquimbo, cerca del pueblecito de Hurtado y en las cordilleras de Doña-Ana, donde constituyen una parte de los cerros traquíticos situados entre el rio del Toro y la quebrada de Pucalume y vuelven á aparecer mas al este, formando la base del cerro de las Tórtolas. Estas traquitas son de un gris muy claro, á veces muy desmoronadizas; contienen muchos cristales de cuarzos semejantes á los que se hallan en los pórfidos y tambien algunas hojitas de mica de forma hexagonal y de un color amarillo oscuro. Estas

traquitas vuelven á presentarse en el cerro de los Frailes y en Cerro-Blanco, así como en la parte norte del rio de Copiapo entre los cerros del Checo y de Carizalillo.

Los cerros formados por las traquitas cuarcíferas, presentan generalmente la forma de cúpulas ó pequeñas mesetas. Están cortadas, muy á menudo, por dikes de otras clases de traquitas, pero sin que se las vea nunca introducirse en estos últimos. Son, pues, los mas antiguos de esta serie de rocas, y su orientacion es la de los pórfidos cuarcíferos.

Las traquitas que han salido despues de las que acabamos de describir, ofrecen una gran variedad de aspecto y de estructura, sin que presente su composicion ningun cambio notable. El feldespato oligoclasia forma la base de estas rocas, entre las cuales se ven algunas de estructura compacta y porfírica sin cristales de cuarzo pero con algunos de anfíbola. Hay otras variedades formadas por cristales mas ó ménos voluminosos de oligoclasia, unidos por una sustancia porosa y escoriácea ó por una aglomeracion de cristales muy pequeños, como son las variedades llamadas domita.

Las traquitas son muy comunes en Chile ; todo parece indicar que forman una parte de la cordillera de la Patagonia. Las hemos reconocido desde el golfo de Reloncavi hasta en el desierto de Atacama, donde lo mismo se las ve en la cordillera de los Andes, como en la grande llanura longitudinal. Estas rocas forman á veces grandes cúpulas como en el cerro de Colocalan cerca de Santiago, ó bien altas mesetas que parecen á lo léjos ruinas de antiguos castillos. En el sur de Chile, forman las traquitas los cerros situados al este de la laguna de Ranco ; se continúa hallándolos en la cordillera de Trapa-Trapa, de donde se extienden por la línea de vertientes y pasan hácia el norte del boquete de Pichachen ; en las de Chillan donde forman las bases que sostienen los conos volcánicos y en las del Norte : en esta parte

ocupan una gran extension tanto al este como al oeste. Las mismas rocas sostienen los volcanes del Descabezado y de Peteroa, viéndoselas extenderse, desde allí, por la cordillera de las Damas y el volcan de Tinguiririca hasta el Cachapual. En la provincia de Santiago se las puede seguir desde este mismo rio hasta las cordilleras de Chacabuco; forman enfrente de los baños de Cauquenes una faja que se extiende por la hacienda de la Compañía y sigue hasta cerca del rio Maipo. Vuelven á aparecer en la hacienda de la Dehesa, en la de Peldehue, y forman, al Norte del cordon de Chacabuco, una línea de cerros que se extiende hasta el valle de Aconcagua. Desde este valle hasta la provincia de Coquimbo van siendo mas escasas las traquitas: sin embargo, se las halla en el cajon de Vídela y en las cordilleras del Sobrante, pero donde se las vuelve á ver en grandes extensiones es al norte del rio Limarí. Se las ve igualmente en el rio Hurtado y en el ramal que separa este rio del de Coquimbo, siendo ellas las que forman la mayor parte de la cordillera de Doña-Ana. La provincia de Atacama presenta dos grandes fajas traquíticas una de las cuales, que ocupa la línea de vertientes, principia en el cerro del Potro, pasa por las cordilleras de Jorquera y el cerro de Azufre, forma despues las bases que sostienen los volcanes de Doña-Inez y del Llullaillaco y se extiende desde allí hasta el cerro del Huanaquero. La segunda faja principia al sur del cerro Blanco, pasa por el mineral de San Antonio, el cerro de Lomas-Bayas, el Carizalillo y se extiende hasta el mineral de Trespuntas.

Al oeste de la cordillera de los Andes y sobre el eje de la gran planicie longitudinal, existe otra línea traquítica, cuya presencia se manifiesta de trecho en trecho, por pequeños grupos de cerros que se levantan en medio de esta planicie. Principia en la Araucania, por los cerros de Que-

cherehue, sigue por el Hueleguaico, el cerro de Cochenta y los de Picautue. Ella es la que forma, á la otra parte del Biobio, los cerros de Curimavida, el Cerro-Negro y el del Guanaco. Interrumpida despues, en un trecho bastante grande en las provincias de Concepcion y de Ñuble, vuelve á aparecer esta línea de cerros traquíticos al norte de Linares, por el cerro de Quilipin y continúa manifestándose así hasta el rio de Choapa. Forma en las provincias de Curico y de Colchagua, los Cerrillos-de-Teno, el Traruñez, el Pan de Azúcar y los cerros de Regulemu. En la provincia de Santiago se manifiesta por el cerro de Chada, el cerrito de Navías, el cerro de Santa-Lucia, el cerro Blanco y el de San-Cristobal. Siguiendo hácia el norte, forma el Pan de Azúcar, el cerro de las Tórtolas y los de Huechum y Montenegro, de donde se extiende hasta el rio de Aconcagua, formando el eje de la serranía de Culunquen, apareciendo aun algunos vestigios al otro lado de este rio, en las Cocímas y cerca de la cuesta de los Ángeles. Despues de haber desaparecido en el trecho ocupado por la serranía de Petorca y de Illapel, se manifiesta de nuevo la línea traquítica en las provincias de Coquimbo y de Atacama por los cerros de Pajonal y de Marañon, desde cuyos puntos se extienden las traquitas bajo la forma de dikes hasta los cerros de Chañarcillo.

Se ve, pues, que las rocas traquíticas se hallan situadas, en Chile, sobre dos grandes líneas paralelas, una que sigue aproximadamente el eje de la cordillera de los Andes, y la otra la gran planicie longitudinal y su prolongacion al norte del cordon de Chacabuco. Las grietas que se han abierto para dar salida á estas rocas, se extendian así á lo largo de Chile, siguiendo una direccion que se alejaba poco de la de las grietas por donde habian salido los granitos y las sienitas : de este modo, los levantamientos que han producido han ido á juntarse con los que habian trazado

las primeras líneas y han aumentado, de un modo muy notable, la altura de estas serranías. Este levantamiento parece haber principiado á fines del período jurásico y continuado durante todo el período terciario. Los cerros traquíticos del valle longitudinal están rodeados por estratas terciarias que conservan su posicion horizontal, y por consiguiente se han depositado despues de la formacion de estos cerros; es, pues, probable que durante el espacio incluido entre la formacion cretácea y las últimas estratas terciarias, es cuando se han efectuado estos grandes fenómenos. Como por otra parte las moles traquíticas no se componen de una sola clase de estas rocas, sino de distintas clases que se penetran unas á otras, no se puede admitir que hayan salido de una sola vez; las grandes grietas donde se manifestaban estos fenómenos, debian presentar entónces algo de parecido á los respiraderos volcánicos de la época actual; debian haber, como ahora, sus intervalos de sosiego y de actividad, y así es que los cerros que resultan de esta accion, no se han formado de una sola vez, sino durante un período bastante largo.

FONOLITAS.

Las fonolitas son rocas homogéneas y compactas; su color es de un gris claro y se componen casi únicamente de oligoclasia que se presenta á veces en pequeños cristales. Contienen, ademas, algunos minerales que sin ser esenciales á la composicion de la roca, suelen aparecer muy á menudo, á saber: el hierro titanado, que es bastante abundante y la olivina que es bastante escasa y se muestra en pequeños granos vidriosos sin forma cristalina.

Se ve muy á menudo divididas las fonolitas en columnas prismáticas, enteramente semejantes á las de los basaltos, ó bien en gruesas tablas y algunas veces en hojas muy delga-

das que hacen que se parezcan á la esquita arcillosa. Las fonolitas se ven únicamente en la parte media y en el sur de Chile, ya sea en la cordillera de los Andes, ya en la planicie longitudinal. Las de la cordillera de los Andes se presentan siempre en las inmediaciones de los volcanes y forman las bases que sostienen los cerros de escorias, mostrándose de este modo cerca del volcan de Calbuco, desde donde se extienden hasta el golfo de Reloncavi y apareciendo tambien cerca de la laguna de Ranco. Pero la parte de los Andes donde ocupa esta roca mayor extension, es la que corresponde al espacio incluido entre el volcan de Callaquí y el de Peteroa : esta region es tambien la mas á propósito para estudiar sus relaciones con las demas formaciones.

La honda quebrada por donde corre el Lontue, deja á descubierto el conjunto de estas rocas sobrepuestas unas á otras y formando cerros de mucha altura (Pl. XV). Al subir esta quebrada, un poco ántes de llegar á la laguna de Mondaca, se ve salir la traquita por debajo de las estratas de la formacion siluriana, volviendo á aparecer despues á poca distancia, debajo de un manto de conglomerado, compuesto de pedazos de traquita, de sienita y de rocas estratificadas, sobre el cual descansa otro banco muy grueso de fonolita prismática : este sostiene á su vez á otro banco de conglomerados, y estas alternativas de conglomerados y de fonolitas, se repiten hasta la cumbre de los cerros.

Los fragmentos de rocas que se hallan envueltos en los conglomerados conservan sus ángulos, lo cual desvanece toda idea de considerarlos como el producto de materias acarreadas por las aguas. En cuanto á los bancos de fonolita, tienen á veces la estructura prismática y otras se dividen en anchas tablas ó presentan una estructura esquitosa. Esta última variedad ocupa siempre la parte superior y media de

los cerros, miéntras que las demas se encuentran indistintamente en la parte inferior.

Las fonolitas de la planicie longitudinal se presentan siempre bajo la forma de cerros puntiagudos ó de dikes de grandes dimensiones y solo se encuentran en la parte media de esta planicie. Se ven, bajo la forma de dikes, en la cumbre de los cerros de la Calera, de Tango y de Renca, siendo ellas las que forman el cerrito de Santa-Lucia en la ciudad misma de Santiago, y prosiguen así formando, de trecho en trecho, pequeños cerros hasta el cordon de Chacabuco. En este último punto, como tambien en el cerro de Renca, suelen contener las fonolitas algunos cristales de augita, presentando así una cierta tendencia á trasformarse en basalto ó en pórfido augítico.

La disposicion de las fonolitas en mantos muy extensos y poco inclinados, indican que las materias que han producido estas rocas, al salir del interior de la tierra, debian tener mas fluidez que las que han formado las traquitas y parecerse mucho á las lavas de los volcanes actuales. En la época á que corresponde la aparicion de estas rocas, es tambien cuando se manifiesta, por primera vez, un fenómeno que tiene la mayor semejanza con las erupciones volcánicas : tal es la proyeccion á una gran distancia de materias que salen del interior de la tierra, pues solo así se puede explicar la formacion de los conglomerados que alternan con las capas de fonolita.

Se vé por lo que precede, que las fonolitas y las traquitas resultan de causas muy parecidas entre sí : ambas tienen el mismo orígen é igual composicion. Sin embargo, hay algunas circunstancias que indican un cambio bastante notable en la accion de las fuerzas volcánicas : las fonolitas ocupan, en la superficie de Chile, una extension mucho menor que la de las traquitas, y parece que dichas fuerzas

adquirian mayor energia á medida que se iba estrechando su campo de accion; esto es lo que puede deducirse de la mayor fluidez de las fonolitas y de la proyeccion de la inmensa cantidad de materia que forman los conglomerados.

La primera aparicion de las fonolitas asciende á fines del período terciario. Numerosos pedazos de estas rocas se hallan en el terreno de acarreo que ha venido á cerrar este período, siendo, por otra parte, posteriores á las traquitas, pues se ven extenderse sobre estas rocas las capas de fonolitas. Ademas, la disposicion de estos mantos, puestos unos encimo de otros, en número bastante crecido y separados entre sí por los conglomerados, indica que no han salido de una vez, sino sucesivamente y durante un período bastante largo.

SERIE DE LAS ROCAS DE BASE DE LABRADORITA.

La parte de la costa de Chile que se extiende desde el puerto de Caldera hasta el morro de Jorgillo, está únicamente formada por una clase de roca que tiene la mayor semejanza con el granito, pero que se distingue de él por la falta del cuarzo y por la naturaleza del feldespato, que es aquí el labradorita y se halla asociado al hierro titanado y á la mica. El hierro titanado se presenta, como en las fonolitas, en cristales muy pequeños, pero en mayor abundancia. La mica, siempre de un color oscuro, forma pequeñas hojitas, sin forma cristalina muy notable. Generalmente la mica es escasa, pero en ciertas circunstancias, cuando la roca forma dike de poco espesor, como se ve en el cerro de Limon-Verde, en el desierto de Atacama, llega á ser muy abundante y la roca tiene una gran tenacidad.

En ciertas localidades, como se ve en Caldera, la hiperstena va á juntarse con el labradorita y constituye entónces la roca llamada hiperstenita. Otras dos especies minerales

aparecen por primera vez al mismo tiempo que la hiperstena : son estas el bisulfuro de hierro y la pirita cobriza, que forman pequeñas manchitas en el cuerpo de la roca.

Las rocas de labradorita que existen cerca de la costa, forman una faja muy angosta situada entre el mar y el pié de la primera cordillera. Siguen, por consiguiente, la primera orientacion de sur á norte, con un pequeño declive al este. Limitada al este dicha faja por la formacion siluriana, cuyas estratas siguen el mismo rumbo, y presentan un fuerte declive hácia el oriente. En los sitios donde existen á la vez la formacion siluriana y la permiana, como en Taltal y en Paposo, se ve á las estratas de esta última seguir un rumbo distinto é inclinarse hácia el noroeste, de tal modo, que las labradoritas han debido llegar á la superficie á fines de la primera formacion.

La hiperstenita, así como las rocas compuestas de mica y de labradorita, no forman nunca moles tan grandes como las rocas que acabamos de describir, y los dikes que forman tienen un rumbo muy distinto, pues se dirigen de este á oeste. Estos dikes suelen presentarse, ya sea en las esquitas cristalizadas, como en el mineral de la Higuera en la provincia de Coquimbo, en el de Calce cerca de Santiago y en los de Valparaiso, ya sea en las formaciones silurianas y permianas, como sucede en el mineral de Tambillo y en el cerro del Toro. Consta, por otra parte, que estas rocas son de un orígen mas moderno que las sienitas, pues se ve el dike de la Higuera penetrar en ellas, cerca del mineral del Barco.

La inyeccion de estas rocas parece que está en relacion con los levantamientos que han formado los cordones que cortan, de trecho en trecho, la planicie longitudinal y siguen la direccion de este-oeste, como el cordon de Chacabuco compuesto de arenisca colorada y de trias. Es, pues, proba-

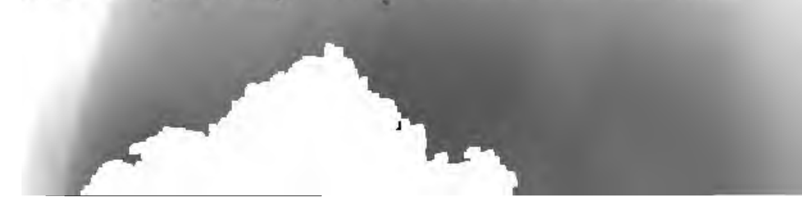
ble, que las hiperstenitas corresponden al final de la última formacion.

PÓRFIDOS AUGÍTICOS.

Los pórfidos augíticos ocupan un lugar importante en la geología de Chile, pues forman, por una parte, la transicion de las hiperstenitas á las fonolitas y están, por otra, en relacion inmediata con los grandes depósitos de metales.

Forma el tipo de estas rocas un feldespato compacto, de color oscuro tirando á castaño ó á morado, en medio del cual se ven muchos cristales de oligoclasia, blancos y opacos. En fin, van á asociarse á las dos especies anteriores, el augita igualmente en forma de cristales y á veces bastante voluminosos y el hierro titanado en pequeños granos. Así es como se presenta esta roca en el mayor número de sitios, pero en algunos, como en las Arenas cerca de Coquimbo, tiene casi el aspecto de la hiperstenita; el labradorita ocupa el lugar de la oligoclasia y contiene grandes cristales de augita. En otros parages, la fonolita es la que principia por tener algunos escasos cristales de augita, que van aumentando mas y mas y acaban por confundirse con la variedad que les sirve de tipo, como sucede en los dikes que se encuentran en el cordon de Chacabuco. Hay últimamente una circunstancia que caracteriza esta clase de rocas, y es la presencia de las amigdaloides que se presentan siempre en contacto con las rocas estratificadas.

Los pórfidos augíticos experimentan, con la accion de la atmósfera, una clase de descomposicion muy parecida á la de los basaltos, con los cuales tienen estas rocas gran semejanza, aunque se distinguen de ellos por ser mucho ménos fusibles y mas escasos de hierro. Esta descomposicion principia por un cambio de estructura, desapareciendo primeramente las partes angulosas y la roca toma una forma



redondeada. Se divide, en seguida, en capas concéntricas que se separan con facilidad, siendo las exteriores de un aspecto terroso, desmoronadizas y de color algo verdoso, debido á la formacion de un silicato de hierro. En esta estado se distingue aun el feldespato de la augita, que aparece bajo la forma de manchas rojizas, miéntras que la parte feldespática es de un color gris claro; pero cuando la descomposicion ha hecho mas progresos, se cambia toda la roca en una arcilla de color amarillo, y el hierro, que se ha suroxidado, pasa al estado de hidrato.

En el norte y en la parte media de Chile, es donde son mas abundantes los pórfidos augíticos, pues se encuentran á la vez en la cordillera de los Andes y en la planicie longitudinal. Están situados en la prolongacion de los centros traquíticos y ocupan los intervalos que los separan. Así es como aparecen al norte del rio Ñoble, donde forman, con las amigdaloides, una parte de los cerros de Semita. Aparecen de nuevo en el intervalo que separa los grupos volcánicos del Maule y del Descabezado y en muchos puntos de la provincia de Santiago. En la de Aconcagua forman el eje de la cordillera, desde el portillo de Uspallata hasta los nacimientos del rio de la Gloria. Las cordilleras de Coquimbo y de Atacama presentan tambien numerosos dikes de estas rocas, tales como los de las Arenas, los de Arqueros y de Rodaito, los de Juntas, en el valle de Copiapo, y los de Lomas-bayas y de Zapallar.

En la planicie longitudinal empiezan á aparecer los pórfidos augíticos al norte de Santiago, primero en el cordon de Chacabuco, despues cerca de la cuesta de los Angeles, del Arrayan y en Petorca, hallándolos en mayor abundancia á medida que se va mas hácia el norte. En la provincia de Coquimbo aparecen cerca de la cuesta de Pama, en Tamaya y en Andacollo, así como en la quebrada de la Marquesa,

donde se reunen con los de Arqueros. Las mismas rocas aparecen en la provincia de Atacama, cerca del mineral de Bandurias, en Chañarcillo, al pié del cerro del Checo y en el desierto de Atacama. En esta última region se acercan mucho á la costa, mostrándose en ambas faldas de la cordillera del mar, como en Cachiyuyal, en Taltal, en el Cobre y en la bahía de Antofagasta.

Se ve por lo que precede, que los pórfidos augíticos han salido por las mismas grietas que las traquitas y son poco mas ó ménos de una misma edad. Nótase ademas, que las traquitas y las fonolitas se hallan siempre en medio de formaciones cristalizadas, como son los granitos y las sienitas, miéntras que los pórfidos se ven únicamente en medio de formaciones secundarias. Esto induce á creer que la diferencia que existe en la composicion de ambas clases de rocas, pudiera provenir de la accion de las formaciones estratificadas, pues cuando las materias fluidas que han producido estos pórfidos se abrian un camino en medio de estratas abundantes en hierro y en cal, es muy posible que estos dos cuerpos se hayan mezclado, en cierta cantidad, proporcionando así los elementos necesarios para constituir la augita. Las amigdaloídeas atestiguan esta accion de las materias candentes sobre las rocas estratificadas, pues únicamente al contacto de estas rocas adquieren los pórfidos esta forma particular. Tienen, pues, probablemente el mismo orígen que las traquitas.

ROCAS VOLCÁNICAS.

Las rocas volcánicas de Chile difieren apénas, por su composicion, de las traquitas y de las fonolitas; pero el modo como han llegado hasta la superficie de la tierra presenta algunos fenómenos que les son particulares y cuya aparicion corresponde á uno de los mayores cataclismos que han tras-

tornado este territorio. En efecto, á esta época se refiere la formacion del terreno de acarreo que no ha podido llegar hasta los puntos que ocupa hoy dia, sino arrastrado por ingentes avenidas que se han precipitado desde la cima de los Andes. El impulso de las aguas era tal, que ha arrastrado tras de sí enormes pedruscos hasta la costa. Hoy dia se puede seguir aun la huella de estas corrientes, desde el mar hasta las últimas gargantas de la cordillera. En cuanto al orígen de esta inmensa cantidad de agua, es difícil atribuirla á otra causa que á la fusion casi repentina de las nieves que debian cubrir entónces las regiones elevadas de la cordillera, la cual indica, en la accion volcánica, una intensidad extraordinaria. Es, en efecto, lo que parece resultar del estudio de las primeras rocas formadas durante este período, las cuales son retinitas y obsidianas y llenan el espacio de inmensas grietas por donde salia, al mismo tiempo, una enorme cantidad de materias que, proyectadas á grandes distancias, formaban con su amontonamiento cerros de bastante altura.

Estos cerros constan, las mas de las veces, de una tierra movediza donde se hallan desparramadas muchas piedras pómez y fragmentos de las rocas que formaban los bordes de las grietas. Otras veces presentan la forma de anchas mesetas casi enteramente compuestas de ceniza volcánica que envuelve varios fragmentos de pómez. Estas cenizas se han endurecido y forman la roca conocida con el nombre de Domita.

No es únicamente en las altas regiones de los Andes donde se hallan estos conglomerados volcánicos, pues se ven tambien en varios puntos de la planicie longitudinal, cerca de Santiago, donde forman las lomas de los cerrillos y de Pudagüel, en las haciendas de Puangue, de la Junta y de Puro. Pero donde ocupan mayor extension, es en el sur del

grado 35, donde forman una gran parte del llano incluido entre el rio Claro de Talca y el Biobio. Así es que la grande extension de estas materias proyectadas, puede dar una idea de la intensidad de las fuerzas volcánicas durante esta época.

Los conglomerados volcánicos no están siempre en relacion con las rocas volcánicas actuales; muchas veces son el producto de erupciones traquíticas que se han manifestado en la planicie longitudinal, hallándose particularmente en este caso los de Pudagüel, los de Puangue y los que rodean el cerro del Guanaco y se extienden hasta el salto de la Laja. Se ven, en muchas partes, sobrepuestos al terreno de acarreo y otras veces mezclados con este mismo terreno; de modo que miéntras las poderosas avenidas que se precipitaban de los Andes, cubrian el llano con sus destrozos, el suelo estaba ademas trastornado por erupciones volcánicas : estas, sin embargo, no eran mas que fenómenos aislados, y toda la intensidad de las fuerzas interiores, parecia estar concentrada en las altas regiones de los Andes.

La altiplanicie que sostiene los conos volcánicos del Descabezado, está cortada, de norte á sur, por un poderoso dike de retinita que principia en la laguna de Mondaca y se extiende mas allá del Cerro-Azul. Esta retinita ocupa el hueco de la inmensa grieta por donde han salido las materias que forman el conglomerado pomizo que ocupa toda la parte superior de esta planicie : tal era entónces la dimension de los respiraderos volcánicos. Pero al enfriarse las materias que forman la retinita, se han obstruido dichas grietas, quedando solo algunas pequeñas aberturas en comunicacion con el foco interior, que son las que han producido los volcanes actuales; y como las materias han sido proyectadas verticalmente por una abertura de poca exten-

sion, se han amontonado al rededor y formado los conos volcánicos. Las materias fluidas que han producido los torrentes de lava, han salido, sea por la parte superior de los conos, sea por sus flancos, segun el grado de resistencia que ofrecian á la presion de estas materias. El Descabezado grande parece haber sido el primero de estos volcanes : no presenta ningun indicio de lava reciente y todo indica que fué muy pronto obstruido. La accion volcánica hallando entónces un punto de menor resistencia hácia el sur de este primer volcan, se abrió otro camino, siempre por la misma grieta ocupada por las retinitas; este nuevo respiradero es el que ha formado el Cerro-Azul, ménos corpulento pero casi tan alto como el Descabezado y en el cual se manifiesta aun la accion volcánica. La última erupcion se verificó en 1847; entónces la parte noroeste de este cono fué arrebatada por la lava que se precipitó en seguida á una garganta muy estrecha que se dirige al sur y llega así hasta la laguna de la Invernada, despues de haber recorrido un espacio de mas de diez kilómetros. Se ven aun en la misma planicie otros dos conos mas pequeños y modernos : el uno es el Descabezado-chico del cual ha salido una larga corriente de lava que llena el fondo de otra garganta cuya direccion es de norte á sur y va tambien á rematar en la laguna de la Invernada que se le debe tal vez su orígen, pues parece que esta lava es la que ha obstruido el curso del rio. La época de esta erupcion es desconocida, pero por el estado de conservacion de la lava se ve que no puede referirse á una época muy remota. En fin, el último cono conocido con el nombre del Cerro-del-Medio, no ha producido corrientes de lava, sino escorias.

La historia del grupo volcánico del Descabezado resume, con poca diferencia, la de todos los volcanes de los Andes. Todos provienen de una de esas grandes grietas que se abrieron al fin del período terciario; la accion volcánica se ma-

nifiesta desde el principio por ingentes proyecciones de piedra pómez y corrientes de retinita ó de obsidiana; luego estas grietas se tapan con las mismas materias que han vomitado, formándose los conos volcánicos sobre las aberturas que quedan.

Los volcanes están repartidos con mucha desigualdad en la cordillera de los Andes. Hay largos trechos donde no se encuentra ningun vestigio de ellos, miéntras que en otros forman exclusivamente las cimas mas elevadas de esta cordillera. Todo el espacio comprendido entre los grados 27 y 33 está absolutamente desprovisto de conos volcánicos. Los volcanes de Coquimbo, de Limari, de Choapa y de Aconcagua, que menciona el *Cosmos* del Señor de Humboldt, no son mas que cerros muy altos formados de traquita ó de rocas estratificadas, pero sin ningun vestigio de lava ni de escorias: el único punto donde se han hallado estas últimas, es el lugar llamado la Punilla, un poco al oeste del cerro de Doña Ana, en un pequeñísimo respiradero que ha producido escorias piroxénicas, pero sin formar conos ni corrientes de lava.

Al norte y sur de este trecho, es donde están situadas las dos regiones volcánicas de Chile. La del norte principia por el Llullaillaco, volcan de gran elevacion, pues llega á 6173 metros, situado bajo los grados 24, 42′ y por consiguiente muy cerca del límite norte de Chile. Viene en seguida el volcan de Doña Jnez, no ménos notable, aunque mas bajo que el Llullaillaco. Estos dos volcanes son el principio de una gran region volcánica que se extiende muy al norte y comprende los volcanes de Bolivia y del Perú.

La region del sur principia cerca del grado 33 y el primer cono volcánico que se encuentra, está cerca de Santiago en la cordillera de los Andes. Mas hácia el sur y en la línea de vertientes de los Andes, se eleva el grupo de los volcanes

de Maipo que ocupa todo el espacio comprendido entre el portillo de los Piuquenes y la laguna del Diamante. Este grupo consta de cuatro conos, y aunque hace ya mucho tiempo que no ha tenido erupciones, da aun hoy dia algunas señales de actividad por la presencia de solfataras.

Entre los grados 34 y 35 se halla el volcan de Tinguiririca, en cuyas cercanías existe tambien una solfatara. Algo mas al sur empieza el grupo del Descabezado, el cual, ademas de los cuatro volcanes de que hemos hablado ya, comprende otros dos que ocupan la parte norte, el cerro Colorado y el volcan de Peteroa. Este último se distingue por las grandes dimensiones de su cráter, cuyo diámetro tiene cerca de tres kilómetros y despide humo muy á menudo, aunque parece que hace mucho tiempo que no ha producido lava. La grande corriente que se ha esparcido por la parte del oeste, llevando delante de sí una parte del cono y se ha extendido en la quebrada del rio Claro, parece referirse á un tiempo muy remoto; la lava está descompuesta en su parte superficial y cubierta por una capa de tierra sobre la cual se ven árboles mas que seculares.

Otro grupo mas importante aun que el del Descabezado, se ve cerca de la laguna del Maule, donde forman los volcanes una especie de semicírculo que rodea la depresion ocupada por esta laguna. Esta misma depresion parece haber sido un gran respiradero, pues por todas partes está rodeada de piedra pómez, y por el lado oeste se ve un gran dike de obsidiana que se extiende al norte á cinco kilómetros. En el extremo de este dike, al oeste y al sur, se elevan los seis principales volcanes que forman este grupo. El mas notable es el de las Yeguas, cuya poderosa mole ocupa todo el espacio entre la laguna y el rio de la Puente; su cráter, muy grande y bien conservado, contiene otro cono mas pequeño,

que se levanta en el medio y está igualmente provisto de un cráter.

Ninguno de los volcanes de este grupo presenta por ahora el menor indicio de actividad, por más que la corriente de lava que ha salido de uno de los conos situados al sur, esté en un perfecto estado de conservacion y no parezca mas antigua que la del Cerro-Azul ó del Descabezado chico. Enfin, al poniente de este semicírculo volcánico, se levanta el nevado de Longaví, otro volcan que parece muy antiguo y cuyo cráter se halla en gran parte destruido.

Cerca del grado 37 y algo al oeste de la línea anticlinal se levanta el pequeño grupo de los volcanes de Chillan, compuesto de dos grandes conos conocidos con los nombres de Nevado y Volcan-Viejo y de otro pequeño cono situado al este de estos últimos. Nótanse allí pocas pómez y conglomerados, pero los dos grandes conos se apoyan sobre una ancha capa de retinita que se extiende principalmente hácia el oeste, donde se halla cortada en diferentes mesetas, por los valles que se han formado despues. El cono llamado Volcan-Viejo, situado al sur del Nevado, está rodeado, en su base, por numerosas fuentes termales, varias de las cuales son intermitentes y despiden chorros de vapor y agua hirviendo, que recuerdan, en pequeño, los Geysers de la Islanda. En la vertiente oriental existe unagran solfatara, siendo esto todo lo que manifestaba la accion volcánica ; y hácia mas de dos siglos que no se conservaba ninguna tradicion sobre la erupcion de estos volcanes, cuando á principios de 1861 se vió levantarse una columnita de humo al pié del Nevado por la parte del oeste. Esta columna cuyo color blanco indicaba que estaba principalmente formada de vapor de agua, fué poco á poco aumentando en altura y por el mes de junio llegó esta nueva abertura á vomitar tal cantidad de materias, que los árboles de las espaciosas selvas que se extienden hasta los

bordes del Ñuble, se cubrieron de un polvo fino que provenia de las materias proyectadas, y las escorias caían al mismo tiempo al rededor del orificio. El ancho ventisquero que rodea al sur y al oeste la base del gran cono, llegaba muy cerca de esta boca; las escorias se amontonaron allí y acabó por soportar una parte del nuevo cono, hasta que el calor, habiéndole desagregado, por fin, cedió bajo el peso de esta masa y se precipitó con ella al valle de Santa Gertrudis: esta avalancha de nieves, escorias y pedruscos de lava, barrió la espesa selva que ocupaba el fondo del valle y llegó hasta orillas del Ñuble, despues de haber recorrido un espacio de doce kilómetros. El fondo del valle fué cegado por un terreno de trasporte enteramente semejante á aquel que á fines de la época terciaria, fué á desparramarse por el valle longitudinal de Chile, y todo hace creer que entónces, como hoy, la fundicion y desmoronamiento de los ventisqueros, fué lo que produjo aquellos grandes cataclismos. Despues de este desmoronamiento, presentaba el cráter casi la forma de un embudo al que hubiesen cortado la mitad; de este modo estaba descubierto el fondo y desde las alturas que dominan el valle de Santa Gertrudis, se podian seguir todas las fases de la erupcion.

Durante los meses de noviembre y diciembre, estaba la erupcion en su período de mayor actividad, sucediéndose las explosiones con tal rapidez, que no se oía mas que un continuo redoble. Á pesar del viento suroeste que soplaba entónces con violencia, la columna de materias proyectadas se elevaba verticalmente á mas de 500 metros y se trasformaba luego en un largo rastro horizontal que se extendia á mas de 50 kilómetros. Durante los meses siguientes la erupcion disminuyó gradualmente de intensidad y en el mes de febrero se sucedian las explosiones á intervalos regulares de 15 á 20 minutos, componiéndose de una

serie de detonaciones casi seguidas que, excepto la intensidad, parecian al ruido que hacen las burbujas de gas que van á reventar á la superficie de un líquido. La primera explosion se efectuaba siempre en la parte inferior del cráter : vislumbrábase, en dicha parte, una especie de relámpago seguido de una espesa humareda roja, sucediéndole luego otro relámpago en otro punto colocado mas al sur, y así sucesivamente en la misma línea y subiendo hasta cierta altura. Solo despues de estas explosiones llegaban á su mayor altura las materias proyectadas y al cabo de algunos minutos se desplomaba encima de sí misma la columna y solo se veía el color rojo de la lava que formaba una cascada algo delante del cráter. Era evidente que las materias volcánicas llegaban á la superficie, no por una abertura circular, sino por una rasgadura dirijida de norte á sur. El chorro de lava era tambien intermitente y correspondia á las explosiones, viéndose, despues de estas, aumentar de volúmen la lava de la cascadita y brillar con un rojo mas vivo. Estos fenómenos eran mas difíciles de observar durante el dia, porque en la parte inferior del cráter habia un vaporcito constantemente que no permitia ver lo que pasaba en el interior. Los fenómenos volcánicos continuaron disminuyendo así gradualmente de intensidad hasta 1863, quedando toto quieto despues; pero hácia fines de 1864 hubo una nueva erupcion que duró algunos meses, durante los cuales proyectó el volcan gran cantidad de cenizas y escorias. La lava producida por la erupcion de 1861 y 1862 no llegó hasta el fondo del valle de Santa Gertrudis. Detenida por el ventisquero contra el cual fué á tropezar, ha formado como un alta muralla y reunídose en una gran masa detrás de el. Si se comparan estas corrientes de lava de las erupciones modernas, tales como las de Chillan, de Cerro-Azul y del Pequeño Descabezado, no se puede ménos de quedar sorprendido al ver

su débil volúmen comparado con las de las antiguas erupciones; la pequeñez relativa de los nuevos conos, la poca extension de las corrientes de lava, todo indica una marcha descreciente en el poder de las acciones volcánicas.

Al sur del grupo de Chillan, los volcanes son aun numerosos, pero ya no aparecen reunidos en tan gran número. El primero que se encuentra es el volcan de Antuco situado bajo el grado 37, 25′ y al oeste de la línea anticlinal : preséntase como un magnífico cono que se levanta al extremo del valle de la Laja, hácia el cual se han dirijido todas las corrientes de lava que dimanan de él. Al este está en parte rodeado por el lago de la Laja, y luego por colinas de conglomerados de pómez que indican suficientemente que ha debido establecerse sobre algun antiguo dike de obsidiana. La última erupcion tuvo lugar en 1861, un poco ántes de la del volcan de Chillan y la lava que produjo fué en tan corta cantidad que no pudo llegar á la base del cono. El cráter actual ocupa la cima de un pequeño cono situado él mismo en el interior de otro cráter mucho mas vasto, cuyos restos se ven al este y al sur. La accion volcánica se halla hoy dia concentrada en el pequeño cráter, en cuyo fondo se ve una abertura circular, que no tiene mas allá de dos metros de diámetro, y de allí es de donde se escapa constantemente una gran cantidad de vapor de agua y de ácido clorídrico. Las escorias que rodean esta abertura, están descoloridas por la accion del ácido y penetradas de cloruro de hierro (Pl. XVIII). Estas escorias descoloridas forman, desde la abertura, un rastro que se extiende hácia el sur, y manifiesta así el paso de los vapores por una rasgadura semejante á la del volcan de Chillan.

Siguiendo siempre al sur la cordillera de los Andes, se encuentra primeramente el volcan de Callaquí y luego el de Trilope. Cerca del grado 30 se elevan los dos conos del Lon-

quimay, y hácia el grado 39 levanta el Yaimas su cima nevada á una altura de mas de 3000 metros. Este volcan tuvo una gran erupcion en 1864, y la columna de humo que brotaba, tenia una altura casi doble de la del cono, es decir, de 5000 á 6000 metros : este cono, uno de los mas hermosos de la cordillera de los Andes, tiene encima de su base una altura de mas de 2000 metros. Al sur de Yaimas se ven el Villarica, el Quetropillan, el volcan de Lajara, el Osorno y el Calbuco. Estos dos últimos están situados enteramente al oeste de la cordillera de los Andes y se elevan inmediatamente por encima del lago de Llanquihue, cuya altitud no excede de 40 metros.

Los volcanes, comprendidos entre los grados 24 y 42, son en número de treinta y cuatro. En el intervalo comprendido entre los grados 33 y 42 se hallan aun treinta y dos, lo que da, como término medio, un volcan por cada distancia de 31 kilómetros. Verdad es que muchos de ellos están reunidos en espacios poco extensos, como los del Descabezado y del Maule, lo cual aumenta la distancia de los conos aislados ; pero in ningun caso excede esta distancia de 100 kilómetros.

Los volcanes que pueden existir en la parte de los Andes que se extiende al sur del grado 42, no se han explorado aun. Se han designado, como habiendo estado en erupcion, en diferentes épocas, al Minchimadom, al Corcobado y al Yánteles, así como al volcan de San Clemente, situado en frente de la península de Tres-Montes. Es probable que cuando se conozca bien esa parte de los Andes, se descubrirá en ella mayor número de conos volcánicos.

Las lavas de los volcanes de Chile se refieren todas á un mismo tipo ; este tipo es el traquítico. Las mas modernas, las que provienen de las erupciones del Cerro-Azul, del Pequeño Descabezado y del volcan de Chillan, están compuestas de

retinita escoriácea en la que se hallan diseminados numerosos cristales de oligoclase; todas contienen cierta cantidad de hierro titanado, y las del Antuco encierran, ademas, olivina. Otras lavas mas antiguas, como las del volcan de Peteroa y del Osorno, presentan, aun, la misma composicion; solo la retinita ha perdido su brillo y se ha convertido en una materia semejante á la que forma la pasta de las traquitas. En fin, las lavas mas antiguas, las que parecen ser productos de las primeras erupciones, son retinitas ó fonolitas, porque estas dos rocas pasan á menudo de una á otra por modificaciones graduadas.

Si se consideran ahora, en su conjunto, las rocas plutónicas de Chile, se echa de ver que resultan de su estudio dos hechos principales : primeramente la uniformidad de la composicion elemental de todas estas masas, que solo difieren unas de otras por el modo con que se han agrupado en ellas los elementos químicos : mezclando, con la fusion, los elementos que constituyen el granito, se obtendria una materia vítrea cuya composicion no diferiria de las lavas mas modernas, mas que por una proporcion mayor de sílice, hallándose en ella las mismas bases y los mismos metales, como el hierro y el titano. El segundo hecho se refiere al modo de inyeccion de estas masas fluidas, impelidas del interior hácia la superficie por fuerzas desconocidas, pero obrando todas en direcciones determinadas : estas fuerzas han roto y levantado las partes sólidas, produciendo así grandes rasgaduras, cuyos bordes han formado el primer trazado de las cordilleras de montañas. Las mas antiguas de estas rasgaduras han sido formadas despues del depósito de terreno siluriano, y se refieren á la inyeccion de las masas que han producido los granitos; su orientacion es casi del norte-noreste al sur-suroeste, que es la misma que la de las estratas del terreno siluriano : entónces fué cuando

se formó el primer trazado de la cordillera marítima de Chile. En los períodos que siguen, se producen aun, segun la misma orientacion, las rasgaduras por donde se escapan las sienitas y cuyos bordes dibujan los primeros trazos de la cordillera de los Andes.

Desde esta época, aparece el suelo de Chile como uno de esos anchos respiraderos que ponen en relacion el interior del globo con su superficie. Luego mas tarde, hácia el fin del depósito de las capas permianas, viene un nuevo sistema de rasgaduras á agregarse á las que llenaban los granitos y las sienitas, siendo por ellas por donde se escapan, las hiperstenitas : orientadas casi de oeste á este, forman los primeros eslabones que ligan los Andes á la cordillera marítima; luego, hácia principios de los depósitos cretáceos, está el suelo rasgado aun en otro sentido y lós pórfidos cuarcíferos aparecen por estas nuevas rasgaduras orientados de norte-noroeste al sur-sureste. Las huellas de esta dislocacion se hallan á cada paso en la cordillera de los Andes, donde crestas de gran altura y profundos valles, se orientan en la misma direccion. Cuando las rocas volcánicas aparecieron en la superficie, presentaba el suelo de Chile tres sistemas de dislocaciones, que fueron las vias que siguieron para derramarse por el suelo ; pero, sobretodo, por estos puntos de entrecruzamiento de las rasgaduras pertenecientes á estos diferentes sistemas y que ofrecian, por lo mismo, ménos resistencia, es por donde se derramaban en masas mas considerables y formaron esas regiones volcánicas escalonadas, de distancia en distancia sobre la línea sienítica que ocupa el eje de los Andes. Entónces es cuando se manifiesta por primera vez un órden de fenómenos que caracteriza aun en nuestros dias la erupcion de las masas volcánicas : flúidos elásticos se escapan de ellas con violencia y proyectan á grandes distancias las partes mas ó ménos flúidas que se

desprenden, siendo siempre el agua, en estado de vapor, la que forma la casi totalidad de esos flúidos. Ora llegue á ponerse en contacto de las masas ardientes por medio de las numerosas grietas que resultan de la dislocacion del suelo, ora se halle allí desde el orígen en estado de combinacion, el hecho es que á medida que se acerca la lava á la superficie y disminuye la presion, la mayor parte de esta agua se desprende bajo forma de vapor y produce las explosiones que proyectan las escorias. Las masas que han producido las rocas volcánicas, empezaron á llegar á la superficie del mismo modo que las demas masas plutónicas, es decir, por medio de largas y anchas rasgaduras de donde se extendian por el suelo, formando vastas capas de materia abrasada. La cantidad de materias proyectadas, entónces, estaba en relacion con la extension de esos focos volcánicos; despues se han estrechado gradualmente esas aberturas por la consolidacion de las materias esparcidas, quedando solo un pequeño orificio, á cuyo alrededor se han amontonado las escorias que forman los conos volcánicos.

Al comparar las circunstancias que han acompañado la inyeccion de las masas volcánicas con las que se refieren á las demas rocas plutónicas, se echa de ver que las primeras han debido ser arrojadas del interior por la accion de una intensidad mucho mayor, y que han llegado á la superficie con una temperatura mas elevada; por consiguiente, si fuerzas mas débiles han podido romper y levantar las capas sólidas, con mayor razon las materias volcánicas habrán producido efectos semejantes, siendo estas á las que deben referirse los mayores levantamientos que han contribuido á formar la cordillera de los Andes.

SISTEMAS ESTRATIGRÁFICOS.

Las investigaciones de los geólogos sobre el orígen de las montañas, datan apénas de medio siglo á esta parte. Despues de un profundo estudio sobre la estructura de los Alpes, fué cuando el señor Elie de Beaumont sentó la base de esa ciencia que ha tomado despues el nombre de *estratigrafia.*

Ya se ha visto, por lo que precede, el importante papel que han desempeñado las masas plutónicas en la estructura geológica de Chile : así pues, sean cuales fueren las causas que han impelido esas poderosas masas desde el interior de la tierra hácia la superficie, el caso es que no han podido llegar allá sino rompiendo la capa superficial. Las estratas, horizontales, en un principio, han debido ser enderezadas por ambos lados de las grandes rasgaduras que esas rocas han cegado; y estas estratas, así enderezadas, son las que han formado el primer trazado de las cordilleras de montañas. Resulta de estos hechos, que el eje de las grandes masas plutónicas, la línea de estratas enderezadas y en fin, el eje de la cordillera de montañas que constituyen, deben estar orientadas en una misma direccion, y á este conjunto de líneas orientadas del mismo modo, se dá el nombre de sistema estratigráfico.

SISTEMA COLOMBIANO.

El sistema estratigráfico mas antiguo que ha dejado huellas en Chile, se refiere á la inyeccion de las rocas graníticas; la gran masa de granito que se extiende desde la cordillera de Nahuelvuta hasta la provincia de Curico, sigue poco mas ó ménos la orientacion norte-est; el arco del gran círculo que pasa por los dos extremos de esta masa, forma con el meridiano un ángulo al norte-est de 26° 30′.

Esta orientacion es tambien la que siguen las estratas, la de la costa de Chile, desde la bahía de Arauco hasta Valparaiso, y en fin la de la cordillera marítima, desde los pantanos de Lumaco hasta el Tinguiririca. Si se prolonga hácia el norte el arco del gran círculo que pasa por Arauco y Valparaiso, siguiendo así esa parte de la costa de Chile, se ve que va á juntarse con la cordillera de los Andes, cerca del cerro de Azufre, y que desde este punto la cordillera sigue exactamente la direccion de este arco. En fin, el eje de la cordillera de los Andes, desde el volcan de Chillan hasta el Tupungato, sigue aun la misma direccion. Tales son las tres grandes líneas que trazan, sobre la superficie de Chile, la direccion del sistema colombiano; pero estas líneas no son únicas, pues se nota aun un gran número de rasgaduras mas pequeñas que tienen la misma orientacion : tal es la línea de montañas que se extiende desde la hacienda de San-Diego, en la provincia de Santiago, hasta el cerro de la Chapa que cierra, hácia el sur, el valle de Llimachí y pasa por las montañas de la Palmilla, la cuesta de Zapata, Tapihue y Marga-marga; otra ménos extensa que va desde la costa de Prado hácia Chinihue, y en fin, la de las montañas que se extienden entre el Maipo y el Rapel, desde el Orcon de piedra hasta San Pedro, así como gran número de ramas de los Andes, que se han indicado ya en la parte que trata de la orografía.

Ya se ha visto que los granitos fueron inyectados hácia fines de la época siluriana, siendo por consiguiente á esta época á que debe referirse la formacion de una parte de la cordillera de los Andes así como la cadena marítima. El levantamiento que tuvo lugar en aquella época ha hecho un gran papel en la configuracion de la América del Sur. Si despues de haber trazado en un globo el círculo que sigue la cordillera de Atacama y la costa de Chile hasta Arauco, se traza

un segundo círculo tangente á la costa del Brasil, desde Pernambuco hasta el cabo de San Tome, este círculo vendrá á cortar al primero á los 69° 4′ de latitud sur y 148° 18′ de longitud occidental, y este sitio parece pues ser el punto de convergencia de todas las grandes líneas que trazan el relieve de este continente. En efecto, hácia este punto viene á pasar el círculo que sigue el eje de la cordillera de Colombia, el que sigue el curso del Paraguay, entre el Rosario y Corrientes, el de la cordillera marítima del Brasil, desde el lago de los Patos hasta Santos, y en fin, el de la cadena de montañas que se extiende entre la costa y el valle del rio San Francisco. Hay que notar tambien que las dos grandes regiones volcánicas de Chile, la del desierto de Atacama y la que empieza con los volcanes del Maipo, se hallan colocadas sobre este sistema.

SISTEMA CHILENO.

Siguiendo en el mapa geológico de Chile la distribucion de las rocas sieníticas, se ve que, en varias localidades, siguen la misma orientacion que los granitos ; pero en el mayor número de casos están dispuestas paralelamente al eje principal de los Andes chilenos, es decir, al de la parte que se extiende desde el volcan de Chillan hasta el estrecho de Magallanes y cuya direccion se reproduce entre el Tupungato y el cerro de Azufre. Así pues, ya se ha visto que las sienitas habian sido inyectadas despues del granito y durante el depósito de las capas de arenisca roja. Las estratas de esta formacion, siempre fuertemente enderezadas, siguen la misma orientacion que las sienitas y forman una gran parte de las crestas mas elevadas de los Andes chilenos. Á esta época, pues, debe referirse el primer trazado de esa alta cordillera de montañas.

Si, como se ha hecho en el sistema colombiano, se traza,

en un globo, el gran círculo que sigue el eje de esta cordillera, desde su extremo sur hasta el volcan de Chillan, se ve que se aleja de él en el intervalo comprendido entre este volcan y el Tupungato, pero que, desde este punto, sigue de nuevo hasta la entrada del desierto de Atacama, donde se aleja de nuevo; pero en la parte occidental del desierto, se nota una pequeña cadena de montañas que se halla sobre su prolongacion y es la que comienza en el Cerro-Negro extendiéndose desde allí hasta Limon-Verde; mas hácia el norte pasa este círculo entre el nevado de Sorata y el monte Illimani, donde se ven aparecer aun las rocas sieníticas.

Otro círculo que pasa por Arica y el cabo Pilares, sigue la costa de Chile con notable regularidad hasta Chiloe y en seguida esa larga hilera de islas que se extiende hasta el estrecho de Magallanes y no es mas que la continuacion de la cordillera marítima. El espacio comprendido entre estos dos círculos, abraza toda la parte occidental de Chile, pudiéndose notar que la cadena marítima, el valle longitudinal y las principales crestas de los Andes, les son paralelas: sobre estas líneas se hallan situadas tambien las principales minas de Chile.

Los dos círculos que acabamos de describir, van á cortarse cerca del estrecho de Belle-Ile, siendo de notar que otros dos círculos que pasan por este punto, el uno sigue el curso superior del Paraguay y el otro la cordillera occidental de la Colombia. En este huso esférico es donde se halla comprendido uno de los círculos de la trama pentagonal del Señor Elie de Beaumont, el que forma, con el meridiano de Valdivia, un ángulo de 8° 43′ 27″ al noreste.

Así es como se debe hacer referir á la época de la arenisca colorada, no solo el orígen de los Andes chilenos, sino tambien la de la parte norte de la cordillera marítima, así como los principales rasgos que caracterizan el relieve de Chile.

SISTEMA PERUVIANO.

Independientemente de las direcciones que acaban de indicarse, se nota aun en Chile, tanto en las estratas como en las masas plutónicas, gran número de crestas de montañas donde tienen las estratas una orientacion enteramente diferente de las dos que preceden. Esta direccion se distingue sobre todo en la cordillera de Doña Ana, así como en la pequeña cordillera que va del Morro de Chañarcillo al Cerro-Blanco, y se la vuelve á hallar aun en la parte superior del valle de Maipo, donde las capas de las montañas de San Pedro Nolasco y de San Lorenzo, presentan la misma direccion, es decir, la del N. 30° O. El enderezamiento de estas estratas parece referirse á la inyeccion de los pórfidos cuarcíferos. En efecto, se ve á esta roca formar un poderoso dike que sigue la misma direccion desde el antiguo camino de Copiapo á Chañarcillo hasta la base del Morro, volviendo á aparecer despues la misma roca en los Frailes y Cerro-Blanco y por fin en toda la cordillera á que pertenecen esas montañas. Se ha visto, por otra parte, que las estratas enderezadas por estos pórfidos, comprendian á la vez el terreno jurásico y la parte inferior del terreno cretáceo. Hácia esta última época se debe, pues, hacer referir la formacion de las montañas que siguen esta direccion. Muchos valles de Chile se refieren á este sistema, cuya orientacion se vuelve á hallar, ya sea en las profundas cortaduras de la cordillera de los Andes, ya en los valles que desembocan en el mar; tales son, entre otros, el valle de Maipo desde su desagüe hasta Concumen, el de Rapel desde el mar hasta Llallauquen y el del Tinguiririca que forma su continuacion; en fin, mas hácia el sur, el valle de Biobio desde Concepcion hasta Nacimiento.

Las aristas producidas por este levantamiento han ido á

cortar en varios puntos las que se refieren al sistema chileno. Ambas acciones se han sobrepuesto y resultando de ello, tanto en la cordillera de los Andes como en la de la costa, cerros de mayor altura que los de las partes que no han sido sometidas á este doble levantamiento. En efecto, en estos puntos de entrecruzamiento de estos dos sistemas, es donde se hallan los macizos mas elevados de los Andes, tales como los de Doña Ana, los del Mercedario, del Aconcagua y del Tupungato.

La orientacion de este sistema estratigráfico es la misma que la de las cordilleras del Perú, correspondiendo tambien al gran eje de la meseta boliviana, donde se ve á los pórfidos cuarzíferos despuntar por muchos puntos y formar montañas alineadas en esta direccion. Las líneas estratigráficas de Chile que se refieren á este sistema, no deben ser, pues, mas que la prolongacion de una accion mucho mas intensa que se ha manifestado en el Perú y en Bolivia.

El círculo que sigue el eje de los Andes del Perú, desde la paralela de Pisco hasta Payta, va á pasar muy cerca de la ciudad de Guatemala; así pues, si desde este punto se trazan otros dos círculos de los cuales uno vaya á parar al cabo San Roque y el otro á Concepcion, se ve que este último sigue exactamente el curso del Biobio, miéntras que el otro forma la costa noreste de la América del Sur, y los demas círculos trazados en este huso, cuya cima estaria en Guatemala, corresponden á líneas notables del continente sur-americano y de la América central, sobre todo el círculo que pasa por Panamá y que dá la orientacion de las costas de la América central.

Chile ofrece aun huellas de un cuarto sistema estratigráfico, cuya orientacion no ha podido ser determinada con toda la exactitud necesaria á causa de la poca extension que presentan las localidades donde ha podido observarse. Este sis-

tema cuya orientacion es casi de oeste á este, corresponde á la inyeccion de las hiperstenitas, y se refiere, por consiguiente, al intervalo comprendido entre el depósito de la arenisca colorada y la del terreno jurásico. Varias de las cordilleras trasversales de Chile, siguen esta direccion; tal es particularmente aquella sobre la cual se halla la campana de Quillota y se extiende desde el cuello de San-Pedro hasta las montañas de Chacabuco. El valle por donde corre el rio del Volcan, en la provincia de Santiago, y el de la Laja, siguen igualmente la misma direccion.

Tales son los cuatro sistemas estratigráficos cuya existencia ha sido reconocida, pero los levantamientos son en mayor número: las grandes rasgaduras producidas por la llegada de estas primeras masas plutónicas, han formado las primeras comunicaciones establecidas entre la superficie y el interior de la tierra, siendo por allí por donde han salido á luz las rocas que les han sucedido. Cuando se estudia la disposicion de las masas traquíticas en las cordilleras de Chile, se ve que estas rocas acompañan casi siempre las sienitas y forman grandes líneas que les son paralelas, siguiendo así el eje de los Andes en toda su longitud; pero no es solo cerca del eje donde se las halla, pues, en ambos vertientes de esta gran cordillera, forman largos rastros que les son paralelos. En fin, se las ve despuntar, de trecho en trecho, en el valle longitudinal ó en su prolongacion, desde la Araucania hasta el desierto de Atacama, de tal modo, que dichas rocas han penetrado casi en todas partes la poderosa masa de los terrenos estratificados. Si se considera que las capas del terreno jurásico que han debido formarse en el fondo del mar, se manifiestan hoy dia á una altura de mas de 5000 metros, se tendrá una idea del levantamiento que se ha efectuado durante la inyeccion de estas rocas, levantamiento acaso el mayor que ha habido en el globo.

Las estratas de los terrenos levantados se dirigen casi constantemente hácia el este, lo que induce á considerar al valle longitudinal, como el eje de esa inmensa rasgadura del cual serian solo los bordes la cresta de los Andes : acaso ha habido tambien un hundimiento del suelo en la parte situada al oeste, ó á lo ménos es lo que parece resultar de la direccion de la costa que, como ya se sabe, es paralela al eje de los Andes, y de la posicion de las estratas de la cordillera marítima que se dirigen igualmente hácia el este.

La época en que se han efectuado estos acontecimientos, parece corresponder al fin del período cretáceo. En efecto, no se encuentra en los Andes ninguna huella del terreno cretáceo superior, ni tampoco del terreno terciario, miéntras que los terrenos jurásicos y cretáceo inferior se dejan ver en numerosos puntos; las traquitas, sin embargo, no han salido todas al mismo tiempo, pues las del valle longitudinal son las mas antiguas, miéntras que las mas recientes se hallan cerca de la cima de los Andes : todo parece, pues, indicar que los movimientos del suelo que han contribuido á la formacion de la cordillera de los Andes, han continuado durante un largo período. Á fines de la época terciaria, ha habido como una recrudescencia de la accion volcánica; la enorme cantidad de materias que ha sido proyectada y forma los conglomerados de pómez y traquita y el suelo socavado y trastornado en largos espacios, indican, en las fuerzas volcánicas una intensidad desconocida hasta entónces. Ejerciendo su accion principal sobre las rasgaduras que corresponden al sistema chileno, las de los demas sistemas han sido ensanchadas al mismo tiempo y penetradas tambien por las materias volcánicas, pues siempre en el punto donde se encuentran estas diferentes clases de rasgaduras, es donde se hallan huellas de mayor actividad. Todo induce, pues, á creer que por este tiempo es cuando la cor-

dillera de los Andes llegó á su último desarrollo y al que hay que hacer referir el gran rompimiento de los hielos que arrastró consigo, por todo el valle longitudinal, los restos arrancados á las montañas de los Andes, así como los movimientos que han elevado encima de las aguas las capas terciarias que se ven escalonadas todo á lo largo de la costa. Esta gran crísis, como ya dejamos dicho anteriormente, ha terminado con la formacion de los conos volcánicos y parece que desde dicha época, el suelo de Chile no ha experimentado otros movimientos de gran intensidad.

Si se echa una ojeada retrospectiva sobre los fenómenos que se acaban de indicar, se ve, desde luego, á las rocas graníticas producir, en las épocas mas remotas, los primeros levantamientos del suelo, y formar en el actual solar de Chile, una primera cordillera de montañas dirigida poco mas ó ménos del noreste al suroeste; luego llegan las sienitas, y el suelo, levantado en la direccion del sur al norte, delinea las primeras formas de la cordillera de los Andes: en seguida, á mediados de la época en que se depositaban los terrenos cretáceos, tiene lugar el tercer levantamiento, que, enderezando las estratas en la direccion del norte-noroeste al sur-sureste, forma las principales ramificaciones de esta cordillera, así como los altos macizos de que se desprenden. En fin, á principios de la época terciaria, se efectua el gran levantamiento que corresponde al derrame de las rocas traquíticas y que continúa durante todo este período: entónces es cuando adquiere el relieve de Chile toda su forma definitiva, la cima de los Andes llega á su mayor altura y se trazan definitivamente la cordillera marítima y los contornos de la costa.

Como se ve, la gran cordillera de Chile resulta de varios levantamientos que han tenido lugar en épocas muy lejanas unas de otras, y cuyos efectos, sobreponiéndose, han llevado

las grandes masas que la forman á la altura que tiene hoy dia. Uno de estos levantamientos, que parece haber obrado mas particularmente sobre Chile, y al que hemos dado el nombre de sistema chileno, es el que imprime su principal carácter al relieve de esta region. Los demas han obrado especialmente sobre otras partes de la América del Sur y los efectos que han producido sobre Chile, no son mas que las últimas manifestaciones de un movimiento que se operaba en otra parte con una grande intensidad; así, el levantamiento de las estratas en la direccion del sistema colombiano, no es mas que la continuacion del que ha producido las cordilleras de Colombia y una parte de las cadenas de montañas del Brasil : las que siguen la direccion norte-noroeste deben solo esta posicion á la prolongacion, hácia Chile, del gran levantamiento que ha producido las cordilleras del Perú y la cordillera oriental de Bolivia : á esta circunstancia debe la altiplanicie boliviana su grande elevacion, pues ocupa precisamente el espacio donde van á encontrarse las tres zonas que contienen estos sistemas estratigráficos.

Despues del gran desarrollo de fuerzas volcánicas que han producido los conglomerados de pómez y las masas de retinita y de obsidiana, el suelo de Chile no ha experimentado mas que movimientos parciales y de poca extension con relacion á las erupciones volcánicas, movimientos que se manifiestan por los temblores de tierra cuya intensidad parece que va disminuyendo. Sin embargo, las grandes masas dislocadas no han recobrado todavía su posicion de equilibrio, manifestándose en toda la costa de Chile un movimiento muy lento, pero continuo : los puertos disminuyen de profundidad poco á poco y se ven á descubierto bancos de conchas de orígen muy reciente, así como rocas agujereadas por moluscos litodomos que hoy dia se elevan á seis ú ocho metros sobre el nivel de las mas altas mareas. En la parte

de la costa, sobre todo, que se extiende entre Concepcion y el desagüe del Maule, es donde puede observarse la marcha de este levantamiento; las rocas horadadas por estos pequeños moluscos, forman los escollos que bordean la costa y se ven las cavidades que han cavado, desde la cima de estas rocas hasta el nivel del mar, donde trabajan aun los mismos animales : hay, pues, huellas de un levantamiento lento y continuo. La accion de este parece estar mucho mas pronunciada en el norte que en el sur de Chile : bajo la paralela de Levu no se halla ya ningun vestigio de ella y yendo mas al sur parece, al contrario, que una parte del suelo se abaja : en la costa del golfo de Reloncavi, se encuentran raíces de árboles que están bañadas por las aguas de alta mar. Muchas islas del archipiélago de Chiloe están cubiertas de un conglomerado enteramente semejante al terreno de trasporte que forma la meseta de Llanquihue, lo cual prueba que, en otra época, estas islas debieron estar unidas al continente.

EMANACIONES VOLCÁNICAS.

Las materias que constituyen las rocas plutónicas, no son las únicas que proceden del interior del globo; al llegar á la superficie estaban acompañadas de otras sustancias mucho mas flúidas, líquidas ó gaseosas, que han producido en las rocas vecinas los cambios conocidos con el nombre de metamorfismo. Á pesar de su alta temperatura, contienen siempre las lavas una cantidad bastante grande de agua que está mantenida allí, en el estado líquido, por la alta presion que experimenta : al acercarse á la superficie, recobra esta agua su estado elástico, la lava se cambia en un líquido espumoso y cuando la fuerza elástica del vapor ha llegado á ser bastante grande, arroja con violencia una parte de esas materias que vuelven á caer bajo la forma de escorias, miéntras que otra

se escapa por las aberturas del cráter ó por los lados del cono, cuando este no presenta bastante resistencia. Al principio de las erupciones volcánicas, son casi continuas estas proyecciones de materias, siendo entónces imposible el acercarse al cráter y reconocer la naturaleza de los flúidos que salen de él, pero las explosiones se vuelven pronto intermitentes y, en el intervalo que media, tienden á desprenderse las materias gaseosas. Tal era el estado del volcan de Antuco en 1863; una espesa columna de humo se escapaba de una abertura situada cerca del fondo del cráter, formada, en su mayor parte, por vapor de agua, pero se reconocia aun, en ella, la presencia de una gran cantidad de ácido clorídrico, aunque carecia de ácido sulfuroso y de hydrógeno sulfurado. Las escorias que formaban los bordes del orificio, así como las que ocupaban el fondo del cráter, habian sido fuertemente descompuestas allí por los vapores ácidos; su color era amarillo claro y estaban penetradas de cloruro de hierro (Pl. XVIII); en otras partes estaban fuertemente coloreadas de rojo, por el peróxido de hierro procedente de la descomposicion de este cloruro. Por otra parte, no se nota en el cono del Antuco ni en sus cercanías, ningun indicio de emanaciones sulfurosas, pero estas, al contrario, dominan en el grupo volcánico de Chillan. Al este y al sur del cono austral, se observan numerosos desprendimientos de vapores y gases : en el costado oriental de este cono, se nota una gran solfatara conocida con el nombre de Cerrito-de-Azufre. Los gases y el vapor de agua se escapan silbando de las numerosas grietas tapizadas de azufre cristalizado; una parte del agua se condensa mezclada con el ácido sulfúrico, siendo este líquido ácido el que obra fuertemente sobre las rocas de retinita que forman el suelo de la solfatara, y han sido trasformadas en una especie de lodo cuya parte sólida está constituida por la sílice y el peróxido de hierro, miéntras que

las bases alcalinas, la alumina y el protóxido de hierro, se hallan disueltas, en estado de sulfato. En las partes mas directamente expuestas á la accion de los vapores, todos los cuerpos susceptibles de combinarse con el ácido sulfúrico son arrebatados y la sílice se queda sola en estado pulverulento y enteramente incolora. Así es como se manifiestan los fragmentos de retinita envueltos por el azufre que tapiza las grietas. Las materias que acompañan al vapor de agua que se escapa de esta solfatara, son el azufre, ácido sulfúrico y ázoe; y si bien ennegrecen el papel de acetato de plomo, no por eso contienen ácido sulfídrico, su olor es la del azufre en fusion y no recuerda en nada la de este ácido. El agua que se escapa del lodo de la solfatara, penetra en las grietas de las rocas vecinas y depone allí sílice en estado de ópalo ó sulfato doble de alumina y hierro. Tales son los fenómenos que presenta la solfatara del volcan Viejo. En la base de este mismo cono se notan numerosos chorros de vapor conocidos con el nombre de volcancitos, chorros intermitentes que recuerdan, en escala menor, los geysers de Islandia; los mas notables se hallan cerca del establecimiento de los baños y ocupan el fondo de una cavidad cónica que parece haber sido producida por una explosion (Pl. XVI). El vapor que sale de ella casi continuamente, experimenta, por momentos, un movimiento de parada, dejándo oir despues un ruido sordo y proyectando con fuerza, á algunos metros de altura, una columnita de agua hirviendo; el vapor y los gases se escapan, entónces, silbando; sobreviene luego un nuevo intervalo de reposo, repitiéndose así el fenómeno por intervalos de algunos minutos. Las materias que salen de estos volcancitos, no son las mismas que las de la solfatara, pues el ácido sulfídrico se desprende de ellas en gran cantidad y su presencia se reconoce por el olor característico que exhala. Los demas gases que acompañan al ácido sulfídrico,

son el ácido carbónico y el ázoe : en fin, entre las materias contenidas en disolucion, domina el carbonato de cal asociado con sulfato de sosa y magnesio, así como con cloruro de calcio, de sodio y magnesio y hasta hierro, manganeso, alumina y una pequeña cantidad de sílice. Estas mismas sustancias mezcladas á una pequeña cantidad de azufre pulverulento, vuelven á hallarse en los lodos que deponen las aguas que salen de estos orificios. El carbonato de cal se presenta allí en cristalitos prismáticos que recuerdan los de la aragonita; el hierro está en estado de sulfuro y el manganeso en el de óxido hidratado. Estas aguas, si bien no tienen ninguna reaccion, ejercen una accion muy poderosa sobre las traquitas por en medio de las cuales se abren paso : estas rocas son descoloridas y despojadas de sus bases alcalinas, presentando una masa kaolínica sembrada de cristalitos de pirita ferruginosa : esta sustancia forma allí tambien venas á veces; en una palabra, estas traquitas presentan todos los caractéres de una roca de filon.

Al lado de los volcancitos se ven algunas fuentes termales, cuya temperatura varia entre 60° y 80°. Su composicion difiere apénas de la del agua de los volcancitos, desprendiéndose los mismos gases y las rocas sometidas á su accion presentan la misma alteracion. El volcan de Chillan ofrece así en un espacio muy reducido, tres fases diferentes de fenómenos volcánicos; en uno de los lados del cono, los gases y vapores tienen una temperatura bastante elevada para vaporizar al azufre; en la base los volcancitos comparables al geyser de Islandia, y en fin, fuentes termales sulfurosas. Hechos semejantes á los que acabamos de referir se observan en otros muchos volcanes de Chile : las solfataras de Trapatrapa, de Tinguiririca, de los volcanes de Peteroa y del Maipo, no difieren en nada de las de Chillan, y si no se encuentra el geyser en las cercanías, hay á lo ménos las

fuentes termales sulfurosas. El volcan de Antuco es una excepcion notable por la naturaleza de sus emanaciones, pues aunque situado entre el Trapatrapa y el Chillan y á corta distancia de estos dos volcanes, no se ve en él ningun indicio de emanaciones sulfurosas, miéntras que el ácido clorídrico que forma aquí el producto principal de las emanaciones, falta en las de los demas volcanes : esta notable diferencia no puede atribuirse mas que á dos causas, á saber : ó hay que admitir que la masa candente de donde salen las emanaciones volcánicas no presenta en todas partes la misma composicion, ó bien las emanaciones se modifican al atravesar las partes sólidas, á las cuales dejan ó quitan una parte de sus elementos constitutivos. La composicion, casi igual, en todas las lavas, hace poco probable la primera hipótesis; al contrario, se comprende que cuerpos enérgicos, como el cloro, pueden obrar sobre las materias situadas á su paso, combinarse con las bases alcalinas y á los óxidos; si se encuentran sulfuros, se eliminará el azufre y aparecerá á la superficie, sea en estado elemental ó en combinacion con el hidrógeno y el oxígeno. De este modo se tendrán todos los productos de las solfataras y de las aguas termales sulfurosas. Cuando la accion volcánica llega á su maximum de intensidad durante las erupciones y el período descreciente que precede á la suspension de los fenómenos volcánicos, es tan considerable el desprendimiento del cloro, que solo una parte se combina con las rocas subyacientes, miéntras que la otra se escapa con el vapor de agua por los respiraderos volcánicos : luego, mas tarde cuando disminuye este desprendimiento, todo el cloro puede ser absorbido, volviendo á aparecer entónces en las aguas termales bajo forma de cloruros solubles, tales como los de sodio, calcio, etc.

AGUAS TERMALES.

Todo lo que precede nos induce á considerar las aguas termales como la última forma bajo la cual se manifiestan los fenómenos volcánicos. Todas las de Chile, en efecto, se abren paso, sea en medio de las rocas volcánicas, sea en las cercanías de estas mismas rocas; estas aguas presentan en su temperatura y su composicion, una transicion graduada desde los respiraderos volcánicos hasta las simples fuentes de agua fria. Las que mas se acercan, por su temperatura y composicion, á los productos de los volcanes activos, son los manantiales del valle del Toro en las cordilleras de Coquimbo. En el fondo de este valle, que no es mas que una profunda rasgadura de las rocas traquíticas que forman el macizo de Doña Ana, se ve brotar un número considerable de fuentes termales, cuya temperatura se eleva, en algunas, hasta 63°. Estas fuentes, esparcidas en un espacio de mas de dos kilómetros, están alineadas en la direccion de sur á norte; la mas cálida deja desprender una pequeña cantidad de gas formado por una mezcla de ácido carbónico y ázoe quey deja, al enfriarse, un barro en el que se halla sílice, sulfato y carbonato de cal, óxidos de hierro y manganeso y un doble borato de cal y de magnesia; esta última sustancia forma, sobre todo, eflorescencias en la superficie de los lodos secados. Las materias que quedan en disolucion son cloruro de sodio en bastante cantidad, cloruros de calcio y de magnesia y sulfatos de sosa y cal. Como se ve, la composicion de estas aguas es bastante complexa y notable, principalmente por la presencia del acido bórico. Aunque este cuerpo se halle allí en muy corta cantidad y se sustraiga á los reactivos químicos, las eflorescencias que se forman en la superficie de los lodos, no dejan la mas mínima duda acerca de su existencia. Si bien estas aguas no tienen, en verdad,

fuentes termales sulfurosas. El volcan de Antuco es una excepcion notable por la naturaleza de sus emanaciones, pues aunque situado entre el Trapatrapa y el Chillan y á corta distancia de estos dos volcanes, no se ve en él ningun indicio de emanaciones sulfurosas, miéntras que el ácido clorídrico que forma aquí el producto principal de las emanaciones, falta en las de los demas volcanes : esta notable diferencia no puede atribuirse mas que á dos causas, á saber : ó hay que admitir que la masa candente de donde salen las emanaciones volcánicas no presenta en todas partes la misma composicion, ó bien las emanaciones se modifican al atravesar las partes sólidas, á las cuales dejan ó quitan una parte de sus elementos constitutivos. La composicion, casi igual, en todas las lavas, hace poco probable la primera hipótesis; al contrario, se comprende que cuerpos enérgicos, como el cloro, pueden obrar sobre las materias situadas á su paso, combinarse con las bases alcalinas y á los óxidos; si se encuentran sulfuros, se eliminará el azufre y aparecerá á la superficie, sea en estado elemental ó en combinacion con el hidrógeno y el oxígeno. De este modo se tendrán todos los productos de las solfataras y de las aguas termales sulfurosas. Cuando la accion volcánica llega á su maximum de intensidad durante las erupciones y el período descreciente que precede á la suspension de los fenómenos volcánicos, es tan considerable el desprendimiento del cloro, que solo una parte se combina con las rocas subyacientes, miéntras que la otra se escapa con el vapor de agua por los respiraderos volcánicos : luego, mas tarde cuando disminuye este desprendimiento, todo el cloro puede ser absorbido, volviendo á aparecer entónces en las aguas termales bajo forma de cloruros solubles, tales como los de sodio, calcio, etc.

AGUAS TERMALES.

Todo lo que precede nos induce á considerar las aguas termales como la última forma bajo la cual se manifiestan los fenómenos volcánicos. Todas las de Chile, en efecto, se abren paso, sea en medio de las rocas volcánicas, sea en las cercanías de estas mismas rocas; estas aguas presentan en su temperatura y su composicion, una transicion graduada desde los respiraderos volcánicos hasta las simples fuentes de agua fria. Las que mas se acercan, por su temperatura y composicion, á los productos de los volcanes activos, son los manantiales del valle del Toro en las cordilleras de Coquimbo. En el fondo de este valle, que no es mas que una profunda rasgadura de las rocas traquíticas que forman el macizo de Doña Ana, se ve brotar un número considerable de fuentes termales, cuya temperatura se eleva, en algunas, hasta 63°. Estas fuentes, esparcidas en un espacio de mas de dos kilómetros, están alineadas en la direccion de sur á norte; la mas cálida deja desprender una pequeña cantidad de gas formado por una mezcla de ácido carbónico y ázoe quey deja, al enfriarse, un barro en el que se halla sílice, sulfato y carbonato de cal, óxidos de hierro y manganeso y un doble borato de cal y de magnesia; esta última sustancia forma, sobre todo, eflorescencias en la superficie de los lodos secados. Las materias que quedan en disolucion son cloruro de sodio en bastante cantidad, cloruros de calcio y de magnesia y sulfatos de sosa y cal. Como se ve, la composicion de estas aguas es bastante complexa y notable, principalmente por la presencia del acido bórico. Aunque este cuerpo se halle allí en muy corta cantidad y se sustraiga á los reactivos químicos, las eflorescencias que se forman en la superficie de los lodos, no dejan la mas mínima duda acerca de su existencia. Si bien estas aguas no tienen, en verdad,

ninguna reaccion ácida, no han dejado de alterar las rocas sometidas á su accion; la masa traquítica se ha trasformado en una roca silícea, con numerosas cavidades que ocupan el puesto de los cristales de feldespato. Preciso es, pues, que su accion haya recaido principalmente sobre las bases que han sido disueltas y separadas de la sílice, con la cual se habian combinado. En ciertas partes se encuentra una pequeña cantidad de sulfuro de hierro, y en fin, las numerosas grietas que atraviesan esta masa alterada, están llenas con el doble sulfato de alumina y hierro, con sulfato de cal ó hidrato de hierro. Independientemente de estas fuentes, se encuentra, en el fondo y en los costados del valle del Toro, un gran número de filones de sulfato de cal y de hidrato de hierro, que parece que ocupan el lugar de antiguos manantiales cuyos conductos habian sido probablemente obstruidos por esas mismas materias. Tambien se encuentra pirita, lo que parece indicar que dichas fuentes fueron, en un principio, sulfurosas y despues variaron gradualmente de composicion.

Las demas fuentes termales de Chile que merecen alguna atencion, son las de Cauquenes, de Colima, de Apoquindo, de Mondaca, de Panimavida, de Catillo y de Villocura. Las fuentes de Cauquenes situadas en el valle de Cachapual, á una altura de 769 metros, se abren paso al través de una capa de conglomerado antiguo que se apoya en una roca traquítica. La que tiene la temperatura mas elevada, conocida con el nombre de Pelambre, llega á 47° y de cuando en cuando se desprenden de ella algunas burbujas de gas formado por una mezcla de aire y de ácido carbónico. El agua de estas fuentes no forma ningun depósito; contiene en disolucion una cantidad bastante grande de cloruro de calcio, 0,23 por 100, de cloruro de sodio en la proporcion de 0,13, una corta cantidad de sulfato de cal y vestigios de iodo y litio. Parece, por otra parte, que la composicion de estas

aguas, ha debido variar con el tiempo, porque el conglomerado de trasporte al través del cual se infiltran, forma, en ciertos puntos, una roca dura cimentada por caliza que no puede provenir mas que de un depósito formado por estas aguas.

Las aguas de Colina se abren paso en el fondo de una rambla abierta al sur y situada en la base de la masa traquítica que forma la alta montaña de Colocalan : brotan de una roca sienítica que ha sido levantada por esta traquita y están situadas á una altura de 900 metros. Su temperatura es muy inferior á la de las aguas de Cauquenes, llegando apénas á 32° la de la fuente mas cálida : no tienen en disolucion mas que una corta cantidad de materias salinas. Estas sustancias son las mismas que las de las aguas de Cauquenes, es decir, cloruros de calcio y de sodio y algunos sulfatos; solo que aquí el cloruro de sodio domina sobre el de calcio. La cantidad de las materias salinas contenidas en estas aguas, es tan débil por otra parte, que no ha sido posible hacer constar la presencia de iodo ni de litio, como se ha encontrado en las de Cauquenes.

Las aguas de Apoquindo están situadas al este de Santiago, en la base de los últimos contrafuertes de los Andes y á 800 metros de altura. Brotan á orillas de una rambla abierta en el terreno de trasporte reciente y de las rocas traquíticas; su temperatura es poco elevada, pues la fuente mas caliente llega solo á 23°. Estas aguas son aquellas cuya composicion química se acerca mas á las de Cauquenes, siendo aun el cloruro de calcio la sustancia que domina en ellas, pero ménos abundante que en las de Cauquenes, es decir 0,10 por 100 en vez de 0,21 y lo mismo sucede con el cloruro de sodio, que entra en proporcion mucho menor. Á una pequeña distancia del punto donde brotan las aguas de Apoquindo, se nota una capa arenosa cubierta de numerosas

eflorescencias amarillas, formadas casi en totalidad por cloruro de hierro y aluminio; la misma capa contiene una cantidad bastante considerable de este compuesto, que no puede provenir mas que de las aguas termales, ya sea que haya sido depositado allí directamente, lo cual indicaria un cambio en su composicion, ya sea que provenga de una reaccion del cloruro de calcio sobre las materias feldespáticas y ferruginosas que forman esta capa.

Las demas aguas termales de Chile tienen poco interes para el geólogo y casi no contienen mas sustancias que las que se encuentran en las aguas superficiales. Hay, sin embargo, dos géneros de fuentes que merecen todavía llamar la atencion; unas están situadas en la parte superior del valle de Maipo, un poco mas abajo de la confluencia del rio Blanco, y conocidas con el nombre de lagunitas. Salen de entre las capas del lias y ocupan el centro de pequeños conos calcáreos cuyo interior llenan, y su temperatura, poco elevada, varia entre 12° y 14°. Desde el centro de la especie de copa que ocupan, en la cima del cono, se escapan numerosas burbujas de gas formado casi enteramente de ácido carbónico. Las materias que tienen en disolucion dichas aguas, son, ademas de bastante ácido carbónico, cloruro de sodio, sulfatos de cal y sosa y una cantidad algo considerable de carbonato de cal: á este último cuerpo se ha de atribuir la formacion de los pequeños conos calcáreos, de los cuales estas aguas, al desparramarse por el suelo, abandonan, una parte de ellos que forma una corteza sólida, cuyo espesor aumenta gradualmente, con nuevos depósitos, y forma al rededor de la fuente una especie de copa; los bordes de esta copa se van elevando sin cesar y acaban por formar los pequeños conos que se ven hoy dia. Algo mas al este, cerca de la confluencia del rio de la Cruz-de-piedra, un manantial semejante ha formado el puente natural del Maipo. Las capas

calcáreas que ha depositado, han formado, desde un principio, en la parte superior del rio, una escabrosidad en la cual el curso continuo de las aguas ha depositado nuevas capas. Adelantando así continuamente por la parte superior del rio hasta llegar á la orilla opuesta, han formado otro depósito que se ha pegado al primero y formado, de este modo, el arco bajo el cual pasa hoy dia el Maipo. La caliza que constituye este arco es de consistencia porosa, contiene gran cantidad de vegetales incrustados; y como la fuente continúa corriendo por encima, se infiltra en esta masa porosa formando, en la parte inferior, estalactitas de caliza y sal.

La última fuente de que nos queda que hablar es la que se llama « Fuente de Agua de la Vida » situada á orillas del rio de los Cipreses, á unas dos leguas, hácia el norte del ventisquero donde tiene su orígen este rio. Forma un laguito circular; su agua es cristalina, pero cuando se la ve en gran masa, como en la parte donde el lago es profundo, parece opalina y de un hermoso verde esmeralda. Contiene esta agua una pequeña cantidad de sulfato de sosa y sulfato de cal y sobre 0,05 por 100 de sulfato de hierro. Por mínima que sea esta cantidad de hierro, basta, sin embargo, para que estas aguas dejen encima de los cuerpos por donde pasa, un depósito de hidrato de hierro que acaba por incrustrar los vegetales que crecen al rededor del lago y formar una capa de muchos decímetros de espesor.

Dos hechos resaltan de este estudio de las aguas termales de Chile; en primer lugar, su conexion con las rocas volcánicas y despues su composicion en relacion con la de las rocas que atraviesan. Las que se abren paso por medio de las rocas traquíticas, como las aguas del Toro, de Cauquenes, de Apoquindo, contienen sales de cal, de sosa y de litina, es decir, las mismas bases que se hallan en los feldespatos que

constituyen las traquitas. Las aguas del valle de Maipo que atraviesan capas calcáreas, contienen gran cantidad de carbonato de cal. Si se considera, por otra parte, que el ácido clorídrico forma parte esencial de las emanaciones volcánicas y que este cuerpo descompone las rocas feldespáticas combinándose á las bases que las constituyen, resulta que la presencia de los cloruros de calcio y de sodio en las aguas termales, es una consecuencia de estos hechos. Si las aguas ó los vapores cargados de este ácido, llegan á encontrar capas calcáreas en su trayecto, se formará entónces cloruro de calcio, se desprenderá el ácido carbónico y servirá para disolver una nueva parte de caliza. Se tendrán, así, aguas de las que se desprenderá el ácido carbónico y formarán depósitos calcáreos como las del Maipo. Las aguas termales de Chile aparecen así como la última forma bajo la cual se manifiesta la accion volcánica.

DEPÓSITOS METALÍFEROS.

Los yacimientos metálicos, por su estructura y su composicion, tienen la mayor semejanza con los depósitos que se forman en las fuentes termales : estas, en el largo trayecto que recorren ántes de llegar á la superficie, depositan, á su paso, una parte de las sustancias que tienen en disolucion. Consolidándose estas materias en las paredes de las rasgaduras que les sirven de paso, acaban por obstruirlas y dejan, en medio de las rocas, venas mas ó ménos espesas formadas de materias diferentes de las que constituyen las rocas vecinas. Tal es tambien la estructura del mayor número de los depósitos metalíferos : su composicion no es ménos semejante : la sílice bajo la forma de cuarzo ó de calcedonia, los carbonatos de cal, de hierro ó de manganeso, la pirita ferruginosa, forman la mayor parte de los depósitos metalífe-

ros, y ya se ha visto que estas materias eran tambien las mismas que abandonaban las aguas termales. En los parajes cuyo suelo no ha sido despojado, los depósitos metalíferos se presentan muchas veces bajo la forma de mantos mas ó ménos extensos, que recuerdan enteramente los depósitos formados, en el exterior, por las aguas termales : en ciertas partes, donde han sido explotados, se ha reconocido que correspondian casi siempre á filones situados debajo. Estos depósitos conocidos en Chile con el nombre de *mantos*, son muy comunes, sobre todo en las provincias del norte, donde la rareza de las lluvias, se opone á que experimente el suelo grandes despojos. Los depósitos metalíferos de Chile se refieren á épocas muy diferentes; algunos parecen formarse aun en nuestros dias y otros ascienden hasta fines del período paleozóico ; están en relacion con los diferentes tipos de rocas plutónicas y en este órden es como vamos á estudiarlos.

Si se coloca el observador sobre una de las cimas que dominan la cordillera de los Andes y examina la estructura de esta vasta aglomeracion de montañas, lo primero que hiere su vista es la existencia de cierto número de zonas paralelas cuyo tinte claro resalta extraordinariamente sobre el de las demas rocas. Estas zonas siguen la direccion del eje de los Andes y se prolongan á grandes distancias cortando las crestas y los valles : están formadas por terrenos profundamente trastornados y presentan un monton de pedruscos de diferentes rocas mezcladas con materias pulverulentas : las rocas que forman estos pedruscos están alteradas y recuerdan enteramente las que han sido sometidas á la accion de las solfataras ó de las aguas termales. En estas zonas cuya edad se refiere á la formacion de los primeros conos volcánicos, es donde se encuentran los depósitos metalíferos mas recientes; en ellas se hallan solfataras enteramente semejantes á las de

los volcanes actuales y depósitos que recuerdan con exactitud los de las aguas termales. Una de estas solfataras, situada un poco hácia el sur de la quebrada de Calderon, presenta la forma de un ancho filon compuesto de yeso y de cuarzo, en un estado intermedio entre la calcedonia y el cuarzo lácteo. Las cavidades que presenta están tapizadas por cristales de azufre, de turmalina y algunas veces de galena. La rasgadura que llena este filon, se prolonga hácia el norte hasta una distancia de unos seis kilómetros y atraviesa sucesivamente el terreno siluriano, el granito y las capas del lias. Las materias depositadas allí, varian de naturaleza con la roca donde están encajonadas : en el granito que está situado á un nivel muy inferior al de la solfatara, se ven salir muchas puntas de cuarzo con pirita y hierro magnético. Volviendo á subir despues para alcanzar la caliza situada al extremo norte, la rasgadura se estrecha y acaba por no tener mas que algunos decímetros de anchura; pero esta parte es acaso la que ofrece mas interes para el estudio de la accion ejercida por las emanaciones volcánicas. Por su accion sobre las masas calcáreas, las han mudado en una roca feldespática y en las partes en que el azufre era mas abundante, se ha producido el lapislázuli por una reaccion casi semejante á la que sirve hoy dia para fabricar este cuerpo. El lapislázuli ocupa la parte media de esta rasgadura donde forma un pequeño filon de dos á tres decímetros de espesor, siendo en su parte mediana donde tiene mas intensidad el tinte azul; desde allí se esparce por ambos lados, como hubiera hecho un liquido al penetrar en una roca porosa.

Hemos indicado ya los filones de yeso, de hierro hidratado y de pirita del valle del Toro, como pertenecientes á depósitos de orígen muy reciente; otro filon, situado á poca distancia de estos, parece referirse á la misma época; es un filon de cuarzo y de yeso que encierra, como sustancia

metálica, una combinacion de azufre, de hierro, de arsénico y de cobre. Este compuesto conocido con el nombre de Enargita, se presenta allí en masas mas ó ménos voluminosas, envueltas en sulfato de cobre, yeso y carbonato de cal : el modo con que llena este compuesto las mas mínimas hendiduras de la roca encajadora, indica que no ha podido ser depositado allí sino en estado de disolucion. Este filon, explotado en muchos puntos, como mineral de cobre, empieza un poco al oeste del pico de las Tórtolas, baja enseguida á un valle profundo y reaparece al otro lado donde sigue el eje de la cresta de montañas que cierra, al este, el valle del Toro.

DEPÓSITOS ARGENTÍFEROS.

(Pl. XXI.)

Los depósitos argentíferos de Chile están siempre en relacion con las rocas volcánicas antiguas; se hallan situados, sea en el costadon de las failles, sea en la prolongacion de rasgaduras por las cuales han salido estas rocas. Han sucedido á la inyeccion de las traquitas y de los pórfidos augíticos, del mismo modo que las solfataras y las fuentes termales han seguido el derrame de las lavas de los volcanes actuales. Las materias que constituyen estos depósitos son el carbonato de cal mas ó ménos manganífero, el cuarzo y el sulfato de barita : en estas materias es donde se hallan diseminadas, sea en venas, sea en montones aislados, las combinaciones metálicas á las que está asociada la plata. Los demas metales son numerosos, hallándose en ellos el hierro, el niquel, el cobalto, el cobre, el plomo, el bismuto, el mercurio y el antimonio, es decir, la mayor parte de los metales usuales : léjos de hallarse distribuidos al acaso, se presentan siempre con cierto órden de que hablaremos despues de haber estudiado los depósitos de esta clase que tienen mas importancia.

Uno de los mas interesantes de estudiar, porque se pueden seguir en él los diferentes fases de la formacion de los filones, es el depósito de Rodaito, situado en la provincia de Coquimbo, en el camino que conduce de la Serena á Arquero. Este depósito está colocado encima de una poderosa masa de pórfido augítico que ocupa todo el fondo del valle de la Marquesa. Cerca de la línea de contacto con las rocas estratíficas, se cambia este pórfido en amigdaloide y los esferoides que constituyen á esta, aumentan de volúmen á medida que se acercan á la superficie de contacto, lo mismo absolutamente que las burbujas del gas que ha sido sometido á una fuerte presion. Las materias que constituyen estos esferoides, son enteramente diferentes de las que entran en la composicion del pórfido augítico : unas están formadas por prehnita, otras por calcedonia, carbonato de cal manganífera, epidoto ó piróxeno. Las mas voluminosas presentan hermosas geodas en las que se ven con frecuencia estos diferentes cuerpos reunidos y algunas veces plata nativa bajo forma capilar. Hácia la parte alta del valle de la Marquesa, desaparecen estos pórfidos debajo de rocas estratificadas, y estas han sido fuertemente dislocadas y divididas en grandes pedruscos que forman una especie de brecha cuyas partes están unidas por las mismas materias que se hallan en los esferoides de la amigdaloide. Á medida que nos vamos alejando de la masa porfírica, están ménos rotas las rocas y las numerosas venas de prehnita y carbonato de cal se reunen en hendiduras mas anchas, adquiriendo todo el aspecto de verdaderos filones, algunos de los cuales han sido explotados. La plata existe, en ellos, al estado nativo bajo la forma de pequeños cristales ó filamentos diseminados en las grietas ó cavidades de la prehnita.

Las materias argentíferas, parecen haberse escapado así de la masa porfírica, miéntras que esta se hallaba aun en

fusion, como materias ménos densas que suben á la superficie de un líquido ; una parte ha quedado aprisionada cerca de la superficie, bajo forma de gotas líquidas que se han solidificado por el enfriamiento, y las demas han penetrado en las hendiduras producidas por la ruptura de las capas superiores, formando allí venas ó filones segun la anchura de dichas capas.

Un caso casi semejante al precedente, se manifiesta en la mina de San Antonio en el valle de Copiapo. En este paraje, una masa de traquita cuarcífera ha levantado y roto las capas de arenisca roja ; estas se han mudado en pórfidos, por la penetracion de la sílice, y todas las hendiduras están llenas de una materia jaspoide que envuelve unas venas metalíferas, compuestas de arseniuros de cobre, de plata nativa y de plata bismutada.

Estos dos yacimientos presentan el punto de partida de los depósitos metalíferos : solo nos queda, ahora, estudiarlos, en sus desarrollos mas extensos, y bajo este punto de vista, las minas de Chañarcillo van á presentarnos los depósitos argentíferos en todas las fases de sus diferentes desarrollos. Estos depósitos están situados en el extremo de una meseta calcárea que se desprende del Morro de Chañarcillo y se extiende desde allí hácia el sur (XXI). La roca plutónica que los ha producido aparece en varios puntos, en la base del cerro de Bandurias y á una pequeña distancia del pueblecillo de Juan Godoi, donde forma un montecillo conocido con el nombre de Cerro-de-los-Carros ; es un pórfido augítico muy compacto y formado, en gran parte, por labradorita. En las partes en que no aparece esta roca á la superficie del suelo, está indicada su presencia por los grandes cambios que han experimentado las rocas calcáreas que la cubren : estas se han mudado en granatos, y las arcillas con que alternan, han pasado al estado de jaspe. Esta zona de rocas meta-

mórficas, se extiende, por la parte del sur, hasta una distancia de cinco á seis kilómetros, desde el Cerro-de-los-Carros hasta la mina del Volcan. Los pórfidos augíticos del Cerro-de-Bandurias, están colocados en una línea paralela á esta última y situada un poco mas al este, de modo que la meseta que contiene las minas de Chañarcillo, se halla situada entre las dos rasgaduras por donde han salido estas rocas plutónicas. Los depósitos argentíferos se presentan allí en el estado de filones y mantos irregulares. Estos últimos ocupan la parte superior de la meseta y no son mas que capas calcáreas fuertemente dislocadas y cuyas hendiduras todas están llenadas por hidrato de hierro y manganeso en el cual se halla plata nativa y cloruro de plata. Cuando estas hendiduras son muy delgadas y reducidas á simples junturas, están llenas de unas láminitas delgadas de plata ó cloruro. Los depósitos mas notables de esta clase, son conocidos con los nombres de Manto-de-Osa y Manto-de-Mandiola. Debajo de estos mantos es donde empiezan á aparecer los filones que se prolongan desde la cima hasta la base de la meseta, en una extension de mas de diez kilómetros. El mas importante de estos filones es aquel sobre el cual se hallan situadas las minas conocidas con los nombres de Guias-de-Carvallo, Colorada, Dolores, San-Francisco y Delirio. Su direccion es N. 26° á 30° E. y su inclinacion es hácia el oeste, es decir, hácia la línea de los pórfidos de los Carros. Otro filon ménos extenso, que aparece un poco al este, es el que corresponde á las minas Descubridora y Candelaría. En fin, hácia la parte del oeste se hallan aun otros filoncitos. Desde la mina Colorada hasta la de Delirio, donde los trabajos de explotacion llegan, en profundidad, á cerca de 300 metros, se tiene una diferencia de nivel de 810 metros. Tal es la distancia vertical sobre la que se puede estudiar la estructura del filon sobre el cual se hallan situadas estas dos minas. En la

parte que corresponde á la mina Colorada, la ganga del filon está formada por el doble carbonato de cal y manganeso mezclado á hidratos de manganeso y de hierro, presentándose la plata en ella ora al estado nativo, ora en combinacion con el cloro, el bromo y el iodo. En la mina San Francisco cuyos trabajos llegan á un nivel inferior á los de la Colorada, se encuentra aun la plata nativa y las combinaciones de este metal con los cuerpos de la familia del cloro; pero se ve aparecer, al mismo tiempo, el sulfo-arseniuro de plata, así como sulfo-arseniuro de hierro, de niquel y de cobalto. En fin, en la mina Delirio que corresponde á la parte mas profunda del filon, no se encuentra ya ni plata nativa ni cloruros, sino arsenio-sulfuros y sulfuros, predominando estos últimos á medida què llegan los trabajos á mayor profundidad; el sulfuro de plata reemplaza el arsenio-sulfuro; y á los metales ya indicados viene á agregarse èl plomo en combinacion con el azufre. Al propio tiempo que se manifiestan estas mudanzas en las combinaciones metálicas, las materias que las contienen mudan tambien de naturaleza; los óxidos de hierro y de manganeso son mucho mas raros en la mina de San Francisco; la caliza espàtica reemplaza allí en gran parte el doble carbonato de cal y de manganeso, y el cuarzo va á mezclarse con la caliza; en fin, este último cuerpo domina en la parte inferior de la mina Delirio. Las combinaciones metálicas se suceden pues, de este modo, subiendo desde la mayor profundidad alcanzada por los trabajos, hasta la superficie del suelo; primeramente los sulfuros, luego los arsenio-sulfuros y en fin los cloruros y plata nativa. Al mismo tiempo que se sustituyen unas á otras estas combinaciones, hay ciertos metales que desaparecen; el primero es el plomo que no pasa mas allá de la region de los sulfuros, luego el niquel y el cobalto, de tal modo que, excepto el hierro y el manganeso, aparece la plata casi sola

en la parte superior del filon. El órden en que se suceden las combinaciones argentíferas, no es un hecho particular á los filones de Chañarcillo, pues se reproduce en todos los depósitos argentíferos de Chile. Puede suceder que la serie no sea completa, que el depósito no contenga mas que sulfuros, ó solamente cloruros y plata nativa, es decir, que se tenga la parte inferior ó superior de un filon, pero nunca se han hallado los cloruros debajo de los sulfuros. Conviene notar que los cuerpos que se hallan combinados con la plata, es decir, el azufre, el arsénico y el cloro ó sus análogos, son precisamente los que forman parte de las emanaciones volcánicas. Por otra parte, la penetracion de las combinaciones metálicas en las hendiduras mas pequeñas de las rocas encajadoras, la presencia de los hidratos y la del carbonato de cal que se ha introducido así entre las hendiduras de las rocas calcáreas, sin que la estructura de estas haya sido modificada, todo indica que estas materias estaban mantenidas en disolucion en el agua y que los filones argentíferos son depósitos análogos á los que forman las aguas termales. La presencia del cloruro de plata y su situacion hácia la parte superior de los filones, se explica entónces fácilmente, si se considera que estas aguas, lo mismo que las del valle del Toro y de Cauquenes, debian contener cantidades bastante grandes de cloruro de calcio y de sodio, y que estos cuerpos disuelven cantidades de cloruro de plata, tanto mas grandes cuanto que la temperatura es mas elevada; acercándose á la superficie del suelo, esta temperatura disminuirá y una parte del cloruro se habrá depositado. En cuanto á la plata nativa que domina igualmente en las partes superiores de los depósitos, es muy probable que proviene de una reduccion del cloruro.

Lo mismo que las rocas volcánicas de que dependen, los depósitos argentíferos de Chile se hallan distribuidos en

muchas zonas paralelas, cuya orientacion es la de los Andes chilenos. La primera de estas zonas que corresponde al valle longitudinal, es la que contiene las minas mas ricas. Los minerales argentíferos empiezan á aparecer desde el grado 33, pero solo en las provincias del norte es donde existen en grandes masas. El primero de estos depósitos está situado cerca de la ciudad de San Felipe, en la base norte de las montañas de Culunquen. Ya se ha visto que el eje de esta pequeña cordillera estaba formado por un poderoso dike de rocas traquíticas, y precisamente en el extremo de este dike es donde la masa traquítica está atravesada por numerosas venas formadas de jaspe y de zeolitas, en la cual se encuentra una pequeña cantidad de plata nativa. Este yacimiento, de poca importancia en cuanto á su riqueza, ofrece, por su estructura y situacion, mucha semejanza con el de San Antonio de que hemos hablado ya. Aunque aparecen aun, de cuando en cuando, algunos indicios de plata en varios puntos de la provincia de Aconcagua, hay que trasportarse á una gran distancia hácia el norte para volver á hallar depósitos de alguna importancia. Los primeros que se encuentran son los llamados Minas de los Algodones, situados en la cordillera trasversal que separa el valle de Coquimbo del rio Hurtado. Casi enfrente de este depósito y al otro lado del valle de Coquimbo se hallan las minas de Rodaito y de Arqueros. Estas últimas están establecidas sobre varios filones que cortan las capas del lias, debajo de las cuales se meten los pórfidos augíticos del valle de la Marquesa. Estos filones son de edades diferentes : los mas antiguos están formados de caliza espática algo manganífera, siendo ellos los que contienen la plata que se halla casi siempre en estado de amalgama ó combinada con el cloro. En muchos puntos están cortados por otros filones compuestos de sulfato de barita y de cuarzo; estos últimos son siem-

pre estériles, pero han debido ejercer cierta accion sobre los filones calcáreos, pues con su contacto es cuando la plata aparece en mayor cantidad. Al norte de Arqueros se halla aun un grande espacio desprovisto de depósitos argentíferos, y solo despues de haber pasado el valle del Huasco es cuando se encuentran primeramente las minas de Bandurias, y luego las de Chañarcillo. Al norte de este último paraje están las minas de Algarrobito, las de Ladrillos y, en fin, las de Tres-Puntas que ocupan el extremo norte de esta zona. Los filones de Tres-Puntas tienen la mayor semejanza con los de Chañarcillo : así como estos últimos, están situados en la formacion del lias y se hallan en ellos los mismos cuerpos que están en combinacion con la plata; solo la region de los cloruros es mucho ménos extensa, y contienen, á una corta profundidad, los arsenio-sulfuros que están representados aquí por la polibasita y el sulfo-antimoniuro de plata. Los depósitos de esta zona, sin que se pueda aun vislumbrar la causa, se hallan ligados á la formacion del lias y su riqueza parece estar relacionada con el desarrollo de esta formacion. En las capas calcáreas, sobre todo, llega á su máximum esta riqueza : en cualquier parte que falte la caliza, como en San Felipe, en Rodaito, en los Algodones, la cantidad de plata que se ha retirado ha sido insignificante, miéntras que Arqueros, Chañarcillo y Tres-Puntas han producido masas considerables. Las minas mas ricas han sido las de Chañarcillo, siendo en esta misma localidad donde las formaciones calcáreas llegan á su mayor desarrollo.

La segunda zona está situada un poco al este de la anterior y tiene poca extension aunque encierra gran número de depósitos. Á esta zona pertenecen los depósitos de Agua-amarga y de Tunas, y luego los de la Jarilla y de la Rozilla ; este último, situado al sureste de Chañarcillo, contiene principalmente amalgamas y sulfuro de plata. Subiendo mas

hácia el norte, se hallan las minas de Algarrobito, las del Altar, de Cachichuyo y de Sacramento, situadas todas en el trias ó en la parte inferior del lias. Enfrente de Sacramento y al otro lado del valle de Copiapo, se halla el depósito de los Bordes, que no es mas que un manto superficial, una penetracion de las capas inferiores del lias por las materias argentíferas; pero lo que hace la riqueza de este depósito es principalmente el amalgama de plata que aparece en dendritas ó en plaquitas, tapizando las hendiduras de la roca. Partiendo del valle de Copiapo, se divide esta zona en dos ramas que envuelven el pequeño macizo de montañas formado por el Checo y el Cerro-de-Buenos-Ayres. En la rama occidental se hallan las minas de Pampa-larga, del Cerro-de-la-Plata y del Checo. La rama oriental, mucho mas extensa, contiene el depósito de San-Antonio, los de Lomas-bayas, donde se hallan mantos y filones; uno de estos últimos, notable por su extension, está intercalado entre las capas inferiores del lias y se compone de pedruscos voluminosos de estas rocas, ligadas entre sí por un depósito de carbonato de cal manganífera y materias jaspeadas : en este depósito es donde se halla la plata diseminada en el estado de cloruro, casi siempre acompañada de oxicloruro de cobre. Este manto está situado en la cima de la quebrada que separa la montaña de Buenos-Ayres, de la de Lomas-bayas, y por consiguiente un poco al oeste del dike de traquita que pasa por esta última montaña. Bajando de esta quebrada hácia el valle de Carrizalillo, se encuentra un gran número de filones en los cuales se hallan las minas de Cabeza-de-Vaca y de Romero. Estos filones, situados á menudo en los costados de dikes de pórfido augítico, tienen, las mas de las veces, por ganga, el carbonato de cal, algo manganífero, y el cuarzo : están, como en Arqueros, cortados por otros filones de sulfato de barita, siendo en los puntos de encuentro

donde es mas abundante el mineral. Los cloruros son muy raros, pero se halla plata en el estado nativo, y en las obras profundas, sulfuro de plata mezclado con sulfo-arseniuros de hierro, niquel, cobalto y galena. En el valle de Carrizalillo desaparecen los depósitos argentíferos, pero se les halla al otro lado, en las minas de Zapallar, donde están caracterizados por la abundancia de manganeso, por la de dobles sulfatos de cobre y plomo y por la ausencia de cloruros. Al norte de Zapallar, se hallan aun depósitos en los cuales están establecidas las minas de Perez, de los Condores y de Garin. Todos estos depósitos están situados en una gran rasgadura dirigida hácia el norte, un poco al este, y que se extiende desde la base del Cerro-Blanco hasta el valle de Paipote. Se distinguen de los de la primera zona por la presencia de ciertos metales; el cobre, en extremo raro en estos últimos, aparece aquí con bastante abundancia, ora en el estado de arseniuro, como en San Antonio, ora en el de oxicloruro : el bismuto es característico de los minerales de San Antonio, donde existe en estado nativo ó aliado con la plata ; en fin, esta zona está caracterizada tambien por la presencia del mercurio, que aparece unido á la plata en las minas de la Rozilla, en los Bordes y en algunos filones de Cabeza-de-Vaca, existiendo tambien al estado de cinabrio en la montaña de los Frailes que forma igualmente parte de esta zona. Aunque parece que esta acaba en el valle de Paipote, se encuentran aun, en su prolongacion, muchos depósitos argentíferos situados en el desierto de Atacama cerca de los últimos estribos de los Andes; los mas notables son los de Sandon y del Cerro-de-la-Mina, y en fin, los nuevamente descubiertos de Caracóles, situados entre los grados 23 y 24.

La tercera zona corresponde á la region de los Andes; los depósitos que encierra no contienen casi nunca cloruro ni plata nativa; son, en general, compuestos muy complexos

conocidos con el nombre de cobre gris argentífero, en los cuales se halla, las mas de las veces, cobre, hierro, plomo y antimonio combinados con el azufre y el arsénico. El contenido de plata de estos compuestos es, en general, bastante débil; las partes mas ricas aparecen cerca de la superficie y su ley disminuye á medida que se alcanza mas profundidad. Estos depósitos son los que mas se extienden al sur; se empieza á hallarlos cerca del valle del Ñuble en el Cerro-del-Cobre, donde son explotados como mineral de cobre, luego en las cordilleras de Linarés y en la de Rancagua; las minas de San Pedro Nolasco, de San Lorenzo y de la Deheza pertenecen tambien á esta zona. Las partes ricas en plata no se hallan mas que en mantos superficiales ó en hendiduras de capas dislocadas; los filones regulares no contienen casi mas que minerales pobres. Estos mismos depósitos reaparecen despues en la provincia de Coquimbo cerca de Illapel y de Combarbala, así como en el valle del rio Rapel, cerca de la aldea de Valdivia : en fin, aparecen, aun, algunos depósitos en las cordilleras del Huasco y de Copiapo.

Se ve, en resúmen, que los depósitos argentíferos de Chile se hallan distribuidos en tres zonas paralelas, y que en cada una de estas zonas se presentan con caractéres diferentes. La que encierra los depósitos mas ricos corresponde á la gran rasgadura que ha formado el valle longitudinal de Chile; la plata se presenta allí muchas veces pura ó en combinaciones poco complicadas. En la segunda zona, situada al este de la anterior, el cobre, el bismuto, el mercurio van á asociarse con la plata; el cobre, sobre todo, parece dominar mas y mas. En fin, la tercera zona, colocada aun mas al este y en el interior mismo de la cordillera de los Andes, no contiene casi mas que cobres grises argentíferos.

DEPÓSITOS CUPRÍFEROS.

Los depósitos cupríferos de Chile pertenecen á dos épocas diferentes: unos provienen del pórfido augítico, y los otros están en relacion con las rocas de labradorita y de hiperstena. Se distinguen unos de otros, no solo por una orientacion diferente, sino tambien por la naturaleza de las combinaciones en que entra el cobre. Los depósitos de la última época están muy esparcidos en Chile, pues se encuentran vestigios de cobre en todos los puntos donde aparecen los pórfidos augíticos, pero, sobretodo, desde el grado 35, es decir, desde el punto en que la cordillera marítima toma la orientacion del sistema de los Andes chilenos, hasta el extremo norte del desierto de Atacama, es cuando aparecen estos depósitos en mayor número. Están distribuidos en una zona que se extiende desde la cumbre de los Andes, hasta la cordillera marítima, abrazando de este modo casi toda la latitud de Chile. Sin embargo, estos depósitos no están distribuidos al acaso, pues los mas importantes se hallan siempre situados en las cercanías de las cordilleras trasversales que siguen la orientacion E.-O.

Las materias que forman los mantos superficiales, así como la parte superior de los filones, son casi siempre de jaspe, coloreados por los óxidos de hierro y cobre, ó hidrosilicatos de alumina que contienen los mismos óxidos. Algunas veces es el mismo pórfido augítico ó los amigdaloides, los que sirven de ganga al mineral de cobre.

Gran número de metales se hallan asociados al cobre de estos depósitos; en efecto, se encuentra en él oro, plata, plomo, mercurio, bismuto, antimonio, zinc, hierro, manganeso y molibdeno : los cuerpos con que se presenta combinado con mas frecuencia, son el azufre, el arsénico, el

cloro y el oxígeno, hallándose tambien, aunque rara vez, antimoniatos y vanadatos. El oro y la plata no aparecen sino en la parte superior de los filones, y allí es donde tambien se presentan los óxidos, los oxicloruros y las sales de cobre : á cierta profundidad, mudan de naturaleza las gangas; los cuarzos y la caliza espática reemplazan á los jaspes, apareciendo al mismo tiempo los sulfuros y los sulfo-arseniuros.

Las minas de cobre que se explotan en Chile, son tan numerosas, que no puede entrar en el plan de esta obra el indicarlas todas; así pues, solo nos detendremos en las que ofrecen mas interes ya sea por su riqueza, ya por las particularidades que presentan. Las primeras explotaciones que se hallan en el sur, son las del Cerro-de-Cobre, situadas al norte del valle del Ñuble y cerca del pueblo de Alico. Son minerales de cobre gris algo argentífero que están en relacion con las amigdaloides. Subiendo hácia el norte, se hallan las minas del valle de Teno situadas en la region de los Andes : estas minas suministran cobres grises y piritas cobrizas; pero donde se presentan en gran abundancia los minerales de cobre, es en la provincia de Santiago : allí, en efecto, se hallan á la vez en los Andes y en la cordillera marítima. Muchos de los que aparecen en el sur de esta provincia, han sido explotados como minerales auríferos ; tales son los de Alhue y los de la mina de la Leona, cerca de Rancagua. Estos últimos no tienen mas que una pequeña ley de cobre, pues este metal, en el estado de pirita, está allí asociado á la blenda y á la galena. Siguiendo la cordillera marítima, se encuentran, al este de Santiago, las minas de Peralillo, que han dado cantidades bastante grandes de sulfuro de molibdena, luego las de Polpaico y de Caleo. Un pequeño grupo de montañas, separado de la cordillera marítima por el valle de Lampa, contiene tambien muchos filones de cobre gris, algunos de los cuales, que son argentíferos, fueron ex-

plotados en otro tiempo. En la region de los Andes se hallan las minas del Cachapual, las de la Compañía, las de San-José y, en fin, las de la Deheza, explotadas hace poco tiempo. La provincia de Aconcagua es aun mas rica en depósitos cupríferos que la de Santiago, pues se encuentran numerosas minas explotadas desde mucho tiempo. Cerca de San Felipe se hallan las minas de las Coimas, algunas de las cuales producen una combinacion muy notable de óxido y de sulfuro de cobre. Un poco al noroeste, en la base de las montañas de Putaendo, se nota una capa de pórfido metamórfico en lo que hay diseminados sulfuro de cobre y cobre abigarrado. Siguiendo aun hácia el oeste, se hallan las minas de Catemus, del Cobre, de Cauichilonco y de San-Lorenzo, observándose en esta última un filon que atraviesa la sienita y suministra óxido negro de cobre, protóxido y doble sulfato de cobre y plomo. Se encuentra despues, mas hácia el norte, la cordillera trasversal que separa los valles de la Ligua y de Petorca, donde hay numerosas minas; en seguida el gran macizo de montañas, comprendido entre el valle del Sobranto y los rios de Petorca y de Choapa, donde se hallan minerales semejantes á los de Catemus y filones de pirita de una corta ley en cobre, pero que han sido explotados como minerales auríferos : tales son los de Petorca y de las Vacas. La provincia de Coquimbo es aun mas rica en depósitos de cobre que la de Aconcagua. Se encuentran ya en gran cantidad en la cordillera transversal que se eleva al sur de Illapel, conocida con el nombre de Cerros-de-Curimavida, de la Alcaparosa y de Pama, pero en el departamento de Ovalle, sobre todo, es donde se hallan las minas mas importantes : las de Tamaya han producido y producen aun grandes cantidades de cobre. La montaña de Tamaya es un pequeño macizo completamente aislado y cuyo gran eje está orientado de sur á norte. Siguiendo este eje es como se dirije el

filon principal que ocupa la parte superior de la montaña y se halla en relacion con dikes de pórfido augítico, que siguen la misma direccion. Los minerales que se han hallado en la parte superior, son hidro-silicatos, óxidos y oxicloruros ; en la profundidad han sido reemplazados por piritas violáceas de gran riqueza; algunas de las cuales contenian hasta 70 por 100 de cobre, y luego por pirita amarilla de una ley de 20 por 100. En las partes en que llegaba el mineral á su mayor riqueza, la ganga estaba en gran parte formada por espato calcáreo, pero este se ha hecho mas y mas raro en la profundidad en que ha sido reemplazado por el cuarzo.

Otro depósito muy notable, no por su riqueza sino por el estado en que se presenta el cobre, es el de Andacollo que ofrece todos los caractéres de una emanacion volcánica. Situado en el orígen de un pequeño valle, se dirige de sur á norte, paralelamente á un dike de traquita; las capas de arenisca colorada que contiene este depósito, han sido fuertemente dislocadas y como reducidas en fragmentos. En los intervalos que dejan entre sí, es donde se han depositado las emanaciones cobrizas, presentándose estas bajo forma de pequeñas placas ó de dendritas que entapizan la superficie de los fragmentos. Independientemente del cobre nativo que se presenta allí muchas veces en hermosos cristales dendríticos, se halla tambien el protóxido y el oxicloruro. Otros metales se presentan asociados al cobre, como el oro nativo y el molibdeno, que se halla en estado de sulfuro y entapiza con el oxídulo la superficie de los fragmentos.

Algo mas al norte, en el camino que conduce de Coquimbo á Arqueros, se halla la Mina grande que ha producido cantidades bastante grandes de cobre gris argentífero; en fin, debemos citar aun la mina de Enargita, de las cordilleras de Doña Anna y las de Chingoles que se refieren igualmente á

los depósitos que deben su orígen á las rocas volcánicas antiguas.

Los depósitos cupríferos de esta edad continuan presentándose con la misma profusion en la provincia de Atacama; cerca de su límite con la de Coquimbo, en la base de la masa traquítica que forma el cerro de Pajonal, existe un filon notable por su estructura y por la riqueza de los minerales que encierra: el cuarzo forma su ganga presentando numerosas cavidades llenadas por hydrosilicatos de cobre y de hidrato de manganeso; algunos otros están vacios y tienen grandes dimensiones; su superficie está formada de calcedonia apezonada y coloreada con vivísimos matices por los óxidos de cobre. Por en medio de esta calcedonia pasa muchas veces un cuarzo hialino donde se hallan los minerales mas ricos, el sulfuro de cobre, casi puro, y el oxicloruro: este último se presenta allí algunas veces en cristales bastante voluminosos. Un poco hácia el noroeste se hallan las minas de san Juan, y mas al norte, hácia los últimos estribos de la cordillera de los Andes, están los depósitos importantes del Cerro-blanco, notables por la presencia del sulfuro de bismuto. En la misma línea y avanzando mas al norte, se hallan los del Checo y de Zapallar; estos últimos están frecuentemente acompañados de minerales plomizos que se presentan bajo la forma de sulfato de plomo, de sulfato doble de plomo y de cobre ó de sulfuro, segun pertenezcan á las partes superficiales de los filones ó que provengan de una profundidad mayor. Al oeste de esta zona y paralelamente á su direccion, se hallan las minas de Ojanco, de la Alcaparrosa, del Cármen y de la punta de Cobre; en fin, yendo mas al oeste, se encuentran las minas de Castillo y de la Restauradora. En esta última se encuentra una cantidad bastante grande de sulfuro de molibdeno, diseminado en cuarzo con pirita abigarrada.

En la parte de Chile que corresponde al desierto de Atacama, los depósitos cobrizos se acercan mas y mas á la costa y casi todos están situados en la cordillera marítima. Los mas notables son los de Chañaral, de Taltal y del Cobre, que se distinguen por la abundancia de oxicloruros; los mineralogistas han dado á esta combinacion el nombre de atacamita. Las minas de Taltal han producido igualmente una notable variedad de óxido de cobre, que es un óxido negro de cobre cuyos cristales aciculares convergen en un mismo punto. Este cuerpo parece ser el resultado de una epigenia en la cual el óxido de cobre se ha sustituido probablemente al anfíbol.

DEPÓSITOS COBRIZOS EN RELACION CON LA HIPERSTENITA.

Los depósitos de esta época, mucho mas antiguos que los que acában de describirse, pues son anteriores al terreno triásico, se reconocen desde luego por su orientacion, que es casi de este á oeste, por su proximidad á las rocas de hiperstenita y por la naturaleza de las materias que los forman. No se halla nunca, en ellos, amigdaloides; la caliza es sumamente rara, así como el óxido de manganeso; el cuarzo, el feldespato y la hiperstena ó el anfíbol, son las materias que contienen las combinaciones metálicas. El hierro oxidulado representa aquí un papel notable, pues acompaña siempre á estos depósitos, donde se presenta muchas veces en grandes masas, bajo la forma de espesos filones ó de mantos irregulares. Las combinaciones de cobre, son siempre la pirita amarilla ó matizada; no se halla nunca ni sulfuro ni cobre nativo, ni oxidulo, sino gran cantidad de hierro piritoso, que sustituye muchas veces al mineral de cobre: en fin, entre los demas metales que con frecuencia se presentan en los depósitos mas modernos, el oro es el único

que aparece algunas veces en la parte superior de los filones. La pirita cobriza no solo aparece en los filones ó mantos que se adhieren á las hiperstenitas, sino que se la encuentra frecuentemente en esta roca, donde se presenta en pequeños granos acompañados de sulfuro de hierro y de hierro magnético.

Estos depósitos pertenecen exclusivamente á la cordillera marítima y no se encuentran casi mas que al norte del grado 34. Las minas mas importantes son las de Caleu, en el límite de las provincias de Santiago y de Aconcagua, la de Panulcillo, de Tambillo, del Brillador, de la Higuera y de Salapora, en la provincia de Coquimbo; en fin, las de Carrizal en la provincia de Atacama. Las principales explotaciones de Caleu están situadas en un filon pegado á un dike de hiperstenita; este atraviesa sienitas y el filon ocupa el intervalo que queda entre ambas rocas; está compuesto de cuarzo y de pirita cobriza.

El depósito sobre el cual están establecidas las explotaciones de Tambillo, en la provincia de Coquimbo, presenta casi la misma disposicion, y está igualmente situado en el costado de un dike de hiperstenita, paralelamente á la cordillera trasversal que forma el boquete de las Cardas. Las materias que constituyen este depósito son el cuarzo, la hiperstenita, la apatita, el hierro oxidulado y la pirita, hallándose diseminada, en esta última, una pequeña cantidad de pirita cobriza; el mineral es aquí muy abundante pero de corta ley como sucede en el mayor número de los depósitos que se refieren á esta época.

Las minas de la Higuera situadas al norte de Coquimbo, en la rama trasversal que separa la Quebrada-Honda del valle de los Choros, están dispuestas en ambos lados de un poderoso dike de hiperstenita, que partiendo del valle de la Higuera se adelanta hácia al este hasta las montañas del

Barco. Los filones mas contiguos al dike, contienen una gran cantidad de hierro oxidulado, mezclado con pirita é hiperstenita; son muy escasos de cobre y solo avanzando hácia el sur, es cuando se encuentran filones de mayor riqueza; su composicion es casi la misma, solo que se encuentra mucho ménos hierro oxidulado; el cuarzo y la hiperstenita constituyen casi solos la ganga que encierra la pirita amarilla ó matizada.

Los demas depósitos de esta época, es decir, los de Panulcillo, Brillador, de Salapora, de Zapallar y de Carrizal, se presentan casi en las mismas condiciones; pero lo que les caracteriza principalmente, es la gran abundancia de mineral y su corta ley; los parajes mas ricos se hallan cerca de la superficie y á medida que se gana en profundidad, dominan mas y mas la pirita cúbica y el hierro oxidado.

Los depósitos cobrizos de Chile, aunque pertenezcan á épocas muy diferentes, parecen tener todos el mismo orígen. Su concentracion en las cordilleras trasversales, que, como ya se ha visto, es el resultado del levantamiento producido por las masas de hiperstenita, y la presencia del cobre en esta roca, demuestran que están directamente ligados con ella. Si se comparan ahora los minerales que se encuentran con el cobre, en los depósitos mas antiguos, con los que se encuentran en las emanaciones de las traquitas ó de los pórfidos augíticos, se ve que el hierro es casi el único metal que les sea comun, así como una pequeña cantidad de oro. La plata, el plomo, el mercurio, el bismuto, el antimonio, el niquel y el cobalto pertenecen exclusivamente á los depósitos de la época de las traquitas. El azufre y el oxígeno son los únicos cuerpos que se hallan combinados con los metales de la edad de las hiperstenitas, miéntras que los que se refieren á las traquitas, forman combinaciones con el cloro, el iodo, el bromo y el arsénico. Por otra parte, las

hendiduras producidas por las rocas volcánicas antiguas, siguiendo muy de cerca la direccion del sur al norte, han debido cortar casi perpendicularmente las que corresponden á las hiperstenitas; las emanaciones que se escapaban han debido obrar sobre los antiguos depósitos cobrizos; una parte de las piritas habrá sido atacada por el cloro, de donde habrán resultado los cloruros y oxicloruros de cobre, miéntras que los sulfuros y arseniuros metálicos se habrán unido allí para formar las diferentes especies de cobre gris. Los depósitos cobrizos de la edad de las traquítas, no son probablemente mas que el resultado de la reaccion de las emanaciones volcánicas sobre depósitos mas antiguos; esta hipótesis adquiere aun mas verosimilitud, si se considera que los depósitos argentíferos, que están situados léjos de las cordilleras trasversales, es decir, léjos de las masas de hiperstenita, como en los de Arqueros, Chañarcillo y Tres-Puntas, contienen apénas vestigios de cobre.

Las rocas plutónicas mas antiguas que la hiperstenita, es decir, las sienitas y los granitos, no parecen haber producido emanaciones metálicas, pues los depósitos que llenan las hendiduras formadas por estas rocas, no contienen mas que cuarzo y silicatos; el oro y la pirita se encuentran allí algunas veces, pero siempre en pequeña cantidad; el hierro en estado de oxidulo ó combinado con el titano, es el único cuerpo que se presenta en cantidad digna de notarse. Los pórfidos cuarcíferos ocupan un lugar demasiado pequeño en Chile para suministrar algunos datos sobre la naturaleza de las materias metálicas que les acompañan; pero en la altiplanicie boliviana, donde estas rocas se hallan mucho mas esparcidas, se las ve muchas veces con los minerales de estaño. Las minas de Oruro, las de Juanuni y de Antequera, están situadas en las cercanías de estas rocas.

Se ve, en resúmen, que los metales, esparcidos con tanta

abundancia en la superficie de Chile, han llegado allí con cierto órden, y que los depósitos que los contienen, son tanto mas ricos en especies, cuanto se refieren á una época mas reciente. El hierro y el titano aparecen desde luego, lo mismo que el oro, como los metales mas antiguos; luego el cobre viene al mismo tiempo que las hiperstenitas : en fin, en la época de los grandes trastornos del suelo, cuando las rocas volcánicas antiguas forman la gran cordillera de los Andes, el mayor número de metales es llevado entónces desde el interior á la superficie y su cantidad parece estar en relacion con la intensidad de la accion volcánica y seguir despues su marcha descreciente. Los filones de barítina que parecen ser los mas recientes, no contienen mas combinaciones metálicas que el sulfuro de plomo.

DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLES.

Los combustibles minerales de Chile se refieren á dos épocas diferentes; los mas antiguos se hallan en el terreno de la arenisca colorada, son escasos y de mala calidad : el único punto donde se han explotado, es en la quebrada de la Ternera, en la provincia de Atacama, y hasta ahora solo se ha hallado en ellos una antracita que contiene una cantidad bastante grande de sílice. En algunos otros puntos, se encuentran aun varios vestigios de depósitos carboníferos : son, en general, restos de vegetales leñosos ó de tallos de calamita que han pasado al estado de antracita : así es como se les encuentra en la parte superior del valle de Mapocho y en la del rio Colorado, pero no forman nunca capas continuas y no pueden ser de ninguna utilidad como combustible. Donde se encuentran depósitos de combustible susceptible de ser explotado, es en formaciones de orígen mucho mas reciente, en la parte inferior del terreno ter-

ciario, empezando á aparecer desde el grado 37 y reapareciendo de trecho en trecho, hasta la Tierra-de-Fuego.

El primero de estos depósitos en el cual se hallan establecidas las minas de Puchoco, Coronel y Lota, empieza un poco hácia el sur de Concepcion, ocupa el fondo de la pequeña bahía comprendida entre la punta de Puchoco y la montaña de Villagran, y contiene muchas capas de una lignita de muy buena calidad. Estas capas están situadas en la parte inferior del terreno terciario, donde alternan con arcillas grises ó areniscas muy quebradizas. Su espesor es muy irregular, presentándose mas bien bajo forma de mantos lenticulares, que bajo la de capas contínuas, circunstancia que debe ser atribuida á la proximidad de los terrenos antiguos, pues estos depósitos se extienden muy poco hácia el este. Las partes que se presentan á descubierto, no son, en efecto, mas que el borde de una cuenca mas extensa que se mete en el mar y cuya huella se encuentra en la isla de Santa-María ; así es que se advierte que el combustible se vuelve mas abundante y de mejor calidad, á medida que se acerca mas de la costa. La explotacion de Puchoco es la que avanza mas hácia el oeste, y tambien la que suministra el mejor combustible.

Á algunas leguas sur de Lota, el terreno terciario toma un desarrollo mucho mas grande; desde la bahía de Arauco, hasta el rio Quinalue, ocupa todo el espacio comprendido entre el mar y la base de la cordillera marítima. Las capas de lignita despuntan por varias partes, principalmente en Levu, donde son objeto de importantes explotaciones, y todo indica que deben prolongarse al norte en la llanura de Arauco; esta cuenca, por su grande extension, seria, así, la mas importante de Chile; las lignitas son allí de calidad superior, presentan muchos de ellos las propiedades de la hulla y son susceptibles de suministrar un cok de

buena calidad. Las explotaciones son aun muy recientes para poder formarse una idea exacta de la riqueza de esta cuenca.

Se hallan aun vestigios de lignito en la gran llanura terciaria que se extiende desde el rio de Valdivia hasta el golfo de Reloncavi, lo mismo que en la isla de Chiloe; en fin, en la parte sur de la Patagonia y al este de las montañas que forman la prolongacion de la cordillera de los Andes, se hallan las explotaciones de Punta-arenas, donde las capas de lignita ocupan la misma posicion que en Levu y Coronel, es decir, la parte inferior del terreno terciario. Aunque explotado aun muy superficialmente, es este combustible de muy buena calidad, y todo induce á creer que mejorará en profundidad. Como la misma formacion se extiende mas al norte sobre una gran parte de la Patagonia, es muy probable que se deben encontrar allí las mismas capas de lignita, y de este modo se tendria un vasto campo de explotacion.

MINERALES DE CHILE.

Las especies minerales tienen con respecto á las rocas plutónicas la misma importancia que los fósiles en los terrenos estratificados; así como estos están en relacion con la edad de las capas y las condiciones de temperatura de la superficie del globo, son los minerales la consecuencia de reacciones que se operaban en lo interior ó al contacto de las masas plutónicas. Dependen, así, no solo de la composicion elemental de estas masas, sino tambien de las condiciones físicas bajo las cuales han llegado hasta la superficie. Así, en la enumeracion siguiente, no seguiremos la clasificacion mineralógica, pero indicaremos esas especies en el órden en que han llegado á la superficie, y mencionaremos tan solo los minerales que no forman parte constituyente de las rocas plutónicas, porque estos últimos han sido indicados ya.

MINERALES DEL GRANITO.

Albita. En algunos granitos de granos gruesos, cerca de la punta del Algarrobo, en Concepcion y en la cordillera de Nahuelvuta.

Oligoclasa. En los mismos granitos.

Labradorita. El mismo yacimiento.

Mica de dos ejes. En grandes láminas en las pegmatitas, en los alrededores de Rere y de Nacimiento.

Turmalina. En las pegmatitas, en los alrededores de Rere, de Nacimiento y en los valles de Mapocho.

Andalucita. En las esquitas, en el rio de Cruces cerca de Arauco, Angol, Pichi-Nahuelvuta. Esta especie ha sido colocada aquí porque parece porvenir de una reaccion de las masas graníticas sobre las rocas esquitosas.

Hierro titanado. En granos muy pequeños, en casi todos los granitos.

Hierro pisolítico. En la superficie de los granitos descompuestos, en la Florida, en los alrededores de Rere, en el sur de Quirihue. Esta especie proviene de la oxidacion del hierro titanado.

Titano rutila. En cristales en las pegmatitas, valle del Maule mas abajo de Perales, y en Castillos cerca de Copiapo.

MINERALES DE LAS SIENITAS.

Hornblenda. En vetas ó en montones en las esquitas, en contacto con la sienita, Punta-negra, en el valle de Huasco.

Epidoto. En contacto con las sienitas y las rocas estratificadas; en el valle de la Polcura al este de Antuco, al este de Elqui, cerca de Apacheta en el valle de Copiapo.

Hierro oligista. Este cuerpo acompaña al epidoto en los yacimientos indicados mas arriba.

Hierro titanado. En cristalitos pequeños en todas las sienitas, en donde está diseminado del mismo modo que en el granito, pero en mayor cantidad.

Hierro sulfurado. Diseminado en las sienitas, cerca de Puerto-Vara, en las márgenes del lago de Llanquihue, Cuesta-de-Melado, en las cordilleras de Melares. En filon al contacto de las rocas estratificadas, en Caleu cerca de Santiago, Petorca, las Vacas.

Oro. En los filones de cuarzo con sulfuro de hierro, en Chivato cerca de Talca, Caleu, Petorca, las Vacas, Jesus-María cerca de Copiapo.

MINERALES DE LAS HIPERSTENITAS.

Hiperstena. En montones mas ó ménos voluminosos, cerca de Caldera.

Asbesto. En vetas cerca de las hiperstenitas, en Panulcillo, la Higuera, en la provincia de Coquimbo, Cerro-de-Ojanco cerca de Copiapo.

Apatita. Minas de Tambillo cerca de Coquimbo.

Hierro oxidulado. En filones ó mantos considerables en Piedra-Iman cerca de Caleu, Potrero-Alto cerca de Longotoma, Panulcillo, Tambillo, la Higuera, en la provincia de Coquimbo, Cármen y Punta-del-cobre, en la provincia de Atacama.

Hierro sulfurado. Diseminado en la hiperstenita y en filones en las cercanías de esta roca, en Caleu cerca de Santiago, San-Lorenzo, Potrero-alto en la provincia de Aconcagua, Panulcillo, Tambillo, Brillador, la Higuera, el Barco, Zapallar en la provincia de Coquimbo, Carrizal, Cerro-Blanco, el Alcaparrosa en la provincia de Atacama.

Pirita cobriza-amarilla. Asociada al hierro sulfuroso, en las localidades indicadas mas arriba.

Silicato de cobre. En la parte superior de un gran número de filones, en el Cobre, y Potrero-alto en la provincia de Aconcagua, Mina-Restauradora, Ojanco, Cerro-Blanco cerca de Copiapo.

Fosfato de cobre y de alumina. En vetas en el kaolin cerca de San Lorenzo departamento de la Ligua.

Deutóxido de cobre. En la parte superior de los filones de pirita, mezclado con cantidades mas ó ménos grandes de peróxido de hierro; minas de Alicague y de San Lorenzo, Carrizal, Cerro-Blanco.

MINERALES DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS.

Cuarzo cristalizado. En cristales bi-piramidales diseminados en la traquita, en la Cortadera, en el valle de Hurtado, en la base del cerro de las Tórtolas, en las cordilleras de Doña Anna, en la cima del Cerro-Blanco, cerca de Copiapo. En cristales prismáticos formando vetas ó mantos en la traquita, Cerro-de-los-Cristales, cerca de San Carlos de Puren, Mina-Restauradora, Cerro-de-Lomas-bayas.

Agata. En las amigdaloides, Baños de Cauquenes, valle del rio Colorado, Chacabuco, valle de los Tambillos, Doña Anna, Cerro-de-Lomas-bayas.

SILICATOS.

Halloisita. En pequeñas masas ó en vetas en un pórfido metamórfico; Montenegro y Tavon, en la provincia de Santiago; en el camino de Combarbala á Illapel.

Prehnita. En las amigdaloides, en vetas ó en geodas; Chacabuco en la provincia de Santiago; las Coimas cerca de San Felipe, Rodaito cerca de Arqueros, Taltal en el desierto de Atacama.

Axinita. Con la prehnita, cerca de Taltal.

Estilbita. En las amigdaloides, montaña de Renca cerca de Santiago, Chacabuco, Rodaito.

Escolesita. En las mismas rocas que la precedente, hacienda de Semita, Chacabuco, las Coimas cerca de San Felipe, cerro de Lomas-bayas.

Laumonite. En las mismas rocas, montaña de Renca, San Felipe, las Coimas, Rodaito.

Chabasia. Rodaito.

Granates. En algunos filones cupríferos, montañas de Aculeo, hacienda de San Lorenzo, departamento de la Ligua; Panulcillo cerca de Coquimbo. En grandes masas en la base de las montañas de Chañarcillo, Granata e cerca de Copiapo.

Epidota. En las amigdaloides, montañas del Orcon-de-Piedra, cerca de Santiago, valle de Tambillo, Arqueros; en grandes masas cerca de Elqui, mina de Pajonal, Pabellon cerca de Copiapo.

Lazulita. En la cima de los Andes, un poco al norte del boquete de Calderon en la provincia de Coquimbo.

CALIZA Y BARITA.

Caliza espática. En cristales, en las amigdaloides, Chacabuco, las Coimas, Arqueros, Lomas-bayas. En un gran número de filones, Rungue, los Maitenes cerca de Tavon, minas de Tamaya, Arqueros, Chañarcillo, Romero y Cabeza-de-Vaca cerca de Copiapo, minas de Paposo en el desierto de Atacama.

Baritina. En filones, Rungue, los Maitenes, Arqueros, Chañarcillo, Romero y Cabeza-de-Vaca, Zapallos, Tres-Puntas.

MANGANESO.

Manganita. En las amigdaloides, valle de los Tambillos, Arqueros, en la parte superior de un gran número de filo-

nes, Rungue cerca de Santiago, Arqueros, Pajonal en la provincia de Coquimbo, Chañarcillo, Zapallos en la de Atacama.

CARBONATO DE MANGANESO. En gran número de filones mezclado con la caliza y con hierro espático, Rungue, Arqueros, Pajonal, Lomas-bayas, Cabeza-de-Vaca, Zapallos.

HIERRO.

OLIGISTO MICACEO. En la parte superior de varios filones cobrizos, donde está acompañado de carbonato de hierro, de epidota y de granate. Montañas de Alhue en la provincia de Santiago, San Lorenzo, en la de Aconcagua, Tamaya en la provincia de Coquimbo, Ojanco cerca de Copiapo.

SULFURO DE HIERRO. En casi todos los filones que pertenecen á esa época.

PIRITA ARSENICAL. Cerro-del-Volcan y San Lorenzo en el valle de Maipo, Campana de Quillota, Cordillera de las Condes cerca de Santiago, minas de Chañarcillo, de Pampalarga, de Cabeza-de-Vaca en la provincia de Atacama.

SULFATO DE HIERRO (Copiapita), mina de la Alcaparrosa, cerca de Copiapo.

CARBONATO DE HIERRO. Puro ó combinado al carbonato de cal y de manganeso, en un gran número de filones argentíferos. Arqueros, Chañarcillo, Sacramento, Romero.

COBALTO.

ARSENIURO DE COBALTO. En los filones argentíferos, Bandurias, Chañarcillo, Pampa-larga, Cabeza-de-Vaca, Tres-Puntas, en la provincia de Atacama.

COBALTO GRIS. En algunos filones de pirita arsenical, Cerro-del-Volcan en el valle de Maipo, Campana-de-Quillota, mina del Buitre en la provincia de Coquimbo.

Arseniato de cobalto. En las mismas localidades que el cobalto gris.

NIQUEL.

Arseniuro de niquel. Mina de San Pedro cerca del puerto de Flamenco en la provincia de Atacama.

Niquel gris. En el mismo yacimiento.

Sulfo-arseniuro de cobalto y de niquel. Mina Emilia, Subdelegacion de Romero provincia de Atacama.

COBRE.

Cobre nativo. En la parte superior de los filones ó mantos cobrizos, minas de los Puquios y de Teniente en las cordilleras de Rancagua, Cerro-del-Volcan, en el valle de Maipo, Andacollo en la provincia de Coquimbo, minas de San Juan departamento del Huasco, mina de las Amolanas departamento de Copiapo; minas del valle de Carrizalillo en el mismo departamento.

Cobre oxidulado. Mina de San Lorenzo departamento de la Ligua, y en todas las demas localidades donde se halla el cobre nativo.

Deutoxido de cobre. En la parte superior de la mayor parte de los filones de cobre piritoso.

Protocloruro de cobre. En vetas en una roca arcillosa de Nantoco cerca de Copiapo.

Oxicloruro de cobre (Atacamita). En la parte superior de los filones, las mas veces acompañado de oxídulo de cobre. Minas de San Juan y de Carrizal en el departamento de Frairina, minas del Cármen alto, de las Amolanas y de Zapallos en el departamento de Copiapo, Chañaral de las ánimas, Taltal, Paposo, el Cobre en el desierto de Atacama.

Sulfuro de cobre. Mina de Pajonal departamento de Ballenar, minas de Los Puquios departamento de Copiapo.

Pirita amarilla. Minas de Catemus y de San Lorenzo, minas de Tamaya, Carrizal, Cerro-Blanco y Checo en el departamento de Copiapo.

Cobre abigarrado. Minas de Curichilonco en el departamento de la Ligua, minas de Tamaya en la provincia de Coquimbo. Montañas de Aculeo cerca de Santiago, Chañaral, Carrizal, El-Cobre en la provincia de Atacama.

Arseniuro de cobre. En las cordilleras de Rancagua, minas de Calabozo en las cordilleras de Illapel, mina de los Algodones cerca de Coquimbo, mina de San Antonio en el valle de Copiapo.

Enargita. Mina de las Hediondas en las cordilleras de Doña Anna cerca del Cerro-de-las-Tórtolas, minas de San Pedro Nolasco en el valle de Maipo.

Cobre gris antimonial. En un gran número de filones argentíferos, minas de San Pedro Nolasco y de la Dehesa, cerca de Santiago, Chingoles, Machitillo, Porrotes en la provincia de Coquimbo, Cerro-Blanco, San Antonio y Tres-Puntas en el departamento de Copiapo.

Cobre gris mercurial. Minas de San Lorenzo departamento de la Ligua, Punitaqui y Lajarilla en la provincia de Coquimbo, Zapallos en el departamento de Copiapo.

Sulfato de cobre. Minas de las Hediondas en las cordilleras de Doña Anna, mina Alcaparosa cerca de Copiapo.

Silicato de cobre. Los Maitenes cerca de Montenegro, departamento de Santa Rosa, mina de Pajonal departamento de Ballenar, mina Restauradora, Castillos, Ojanco, departamento de Copiapo, así como en la parte superior del mayor número de filones cupríferos.

Fosfato de cobre. Con fosfato de alumina en veta en las sienitas descompuestas de San Lorenzo, departamento de la Ligua.

Carbonato de cobre. En la parte superior de los filones,

Jahuel en la provincia de Aconcagua, Chorros-Altos provincia de Coquimbo, Taltal, el Cobre, en la provincia de Atacama.

VANADIO.

Vanadato de plomo. Mina grande cerca de Arqueros provincia de Coquimbo.

Vanadato de cobre. En el mismo yacimiento.

MOLIBDENA.

Sulfuro de molibdena. Mina de la Punta cerca de Santiago, Tambillo y Andacollo en la provincia de Coquimbo, mina Restauradora cerca de Copiapo.

ZINC.

Sulfuro de zinc. Mina de la Leona en el departamento de Rancagua, montaña de San Pedro Nolasco en el valle del Maipo, minas de Chañarcillo y de Romero.

Silicato de zinc. Cerro-Viejo cerca de Careun en el departamento de Melipilla.

Carbonato de zinc. En el mismo yacimiento.

ANTIMONIO.

Antimonio nativo. En algunas minas de Huasco-alto.

Sulfuro de antimonio. Minas de Pampa-larga.

BISMUTO.

Bismuto nativo. Mina de San Antonio en el valle de Copiapo.

Sulfuro de bismuto. Minas de Cerro-Blanco cerca de Copiapo.

PLOMO.

Sulfuro de plomo. Mina de la Leona departamento de Rancagua, montaña de Aculeo, cerro de San Pedro Nolasco, mina de Valdivia departamento de Ovalle, minas de Chañarcillo, de Cabeza-de-Vaca en el departamento de Copiapo.

Sulfato de plomo. Minas de Chapilca departamento de Elqui, minas de Zapallos y de Garin, departamento de Copiapo.

Carbonato de plomo. Minas de las Arañas y de Cocalan en la provincia de Santiago, mina de Payguano departamento de Elqui, minas de Zapallos y de Garin departamento de Copiapo.

Molibdato de plomo. Minas de Chapilca departamento de Elqui, minas de Lomas-bayas departamento de Copiapo.

MERCURIO.

Sulfuro de mercurio (cinabrio). Cerca de Petorca, minas de Punitaqui en la provincia de Coquimbo, los Frailes en el departamento de Copiapo.

PLATA.

Plata nativa. Mina de la Dehesa cerca de Santiago, mina de San Felipe provincia de Aconcagua; mina de Rodaito y de Arqueros en la provincia de Coquimbo y en casi todos los filones argentíferos de la provincia de Atacama.

Plata bismutal. Mina de San Antonio en el valle de Copiapo.

Amalgama de plata. Minas de Arqueros en la provincia de Coquimbo, minas de la Rozilla, de los Bordes y de Cabeza de-Vaca en el departamento de Copiapo.

PLATA ANTIMONIAL. Minas de Chañarcillo.

CLORURO DE PLATA. Mina Descubridora de Chañarcillo, mina Buena-Esperanza de Tres-Puntas, minas de Sacramento y Cabeza-de-Vaca en el departamento de Copiapo.

BROMURO DE PLATA. Mina colorada de Chañarcillo.

IODURO DE PLATA. Minas colorada y Delirio de Chañarcillo.

CLOROBROMURO DE PLATA. Mina de la Deheza cerca de Santiago, mina del Comandante cerca de Quillota, minas de Agua-amarga, del Algarrobito, de Chañarcillo, de Sacramento, de Lomas-bayas y de Tres-Puntas en la provincia de Atacama.

SULFURO DE PLATA. Mina de la Rozilla, mina Emilia, minas de Tres-Puntas en la provincia de Atacama.

SULFO-ARSENIURO DE PLATA. Minas de Chañarcillo y de Tres-Puntas, departamento de Copiapo.

SULFO-ANTIMONIURO DE PLATA. Minas de Bandurias, de Chañarcillo y de Tres-Puntas.

POLIBASITA. Minas de Arqueros y de Tres-Puntas.

ORO.

ORO NATIVO. En los filones piritosos, así como en la parte superior de un grand número de depósitos cupríferos. Minas del Chivato cerca de Talca, de Alhue y de la Leona departamento de Rancagua, de Cerro-Viejo y Calco en la provincia de Santiago, de las Vacas y de Petorca en la de Aconcagua, Tamaya, el Toro, Andacollo, en la de Coquimbo, el Inca, Cachiyuyo, Chanchoquin, Jesus-María en la provincia de Atacama.

Hemos pensado que seria de alguna utilidad completar este cuadro de las especies minerales propias al suelo de Chile por una indicacion de los lugares en los cuales se hallan en mas abundancia los materiales que pueden tener un empleo inmediato en la industria ó en las artes; en las pá-

ginas que siguen indicamos la situacion de los materiales mas empleados en la arquitectura y despues los que pueden ser utilisados en varias industrias.

PIEDRAS DE CANTERA.

Las rocas que se pueden emplear como piedras de cantera, son los granitos, el asperon y las traquitas; las calizas de Chile son demasiado compactas para someterlas á esta clase de trabajo. Entre las rocas graníticas, las que deben preferirse, son las sienitas por alterarse ménos al aire y ser mas fáciles de labrar. Se las halla en casi toda la extension de Chile, principalmente al este del valle longitudinal: indicaremos solamente las que se hallan cerca de los grandes centros de poblacion, porque son de una aplicacion mas inmediata. En el sur de Chile, las sienitas que aparecen á orillas del lago de Llanquihue, son de excelente calidad: tambien se encuentran otras muy buenas cerca de Santiago en el dominio de Perales; las de las provincias intermedias están situadas á demasiada distancia de las principales ciudades y en localidades de un acceso muy difícil, para que puedan ser empleadas en las construcciones; y lo mismo sucede en las provincias del norte, donde las poblaciones están situadas demasiado distantes de estas rocas. Hay, sin embargo, que exceptuar á Copiapo, que podria fácilmente utilizar las sienitas de la Quebrada de Cerrillos y las que forman las montañas situadas al oeste de Ojanco.

Los únicos asperones que pueden suministrar buenas piedras para labrar, son los del terreno siluriano y el asperon rojo. Los asperones terciarios son, en general, demasiado tiernos ó muy poco homogéneos para dar piedras de buena calidad. Los asperones silurianos abundan en el sur de Chile, donde se les halla cerca de la costa entre Lota y Aranco;

mas hácia el norte, las colinas que bordean, al oeste, el valle longitudinal entre el Biobio y el Maule, suministran igualmente asperones de buena calidad. Estos asperones son mas raros al norte del Maule y los reemplazan rocas porfíricas ó jaspoides impropias para labrarlas. El asperon rojo, aunque muy abundante, sobre todo en las provincias del norte, presenta en pocos puntos rocas de buena calidad ; pasa muchas veces á la estructura porfírica, lo que le hace á la vez de una dureza demasiado grande y difícil de obtener en pedruscos homogéneos y sin hendiduras. Solo, casi, en la provincia de Coquimbo, cerca de Samo-alto, de Andacollo y de Elqui es donde reune esta roca las condiciones necesarias para ser empleada ventajosamente en la construccion.

Las traquitas son las rocas que suministran las mejores piedras de cantera : se trabajan con facilidad y reunen la ligereza á una gran tenacidad ; son, ademas, bastante abundantes en el valle longitudinal, es decir, cerca de las principales ciudades de Chile. En la provincia de Arauco se las encuentra cerca de Mulchen, donde forman el Cerro-de-Cochenta : en el norte de los Angeles, constituyen el cerrillo de Curamavida, el Cerro-Negro y la montaña del Guanaco. No se las halla en el llano comprendido entre Chillan y Linares, pero están reemplazadas por conglomerados del mismo orígen, conocidos con el nombre de tosca : en algunas partes adquieren estos conglomerados suficiente dureza para suministrar excelentes materiales. Al norte de Linares se encuentra la montaña de Quillipin, igualmente formada de traquita, de la cual hay una variedad porosa muy propia para la cantería. La provincia de Talca está ménos favorecida bajo este punto de vista, aunque encierra, sin embargo, algunos conglomerados que pudieran ser utilizados. Al norte de Curico se hallan las rocas que forman los

Cerrillos-de-Teno, que son una corriente de lava traquítica porosa, ligera y sumamente tenue.

Las provincias de Colchagua y Santiago poseen igualmente traquitas de buena calidad; las que forman las colinas, al oeste, de la cuesta de Regulemo, cerca de Rengo, suministran excelentes materiales; esta traquita pertenece á la variedad de las domitas, es muy homogénea, ligera, fácil de labrar, cuando sale de la cantera, pero despues adquiere mucha dureza y tenacidad. Esta piedra puede emplearse no solo para las construcciones, sino para muchos otros usos, á causa de la gran facilidad con que se la trabaja, pues se pueden labrar con ella vasijas y excelentes piedras de filtro.

Otras traquitas semejantes á las precedentes se encuentran tambien yendo mas hácia el norte, en la hacienda de Apaltas, donde forman pequeñas colinas al oeste de la llanura. Las que están explotadas cerca de Santiago, en el cerro de San Cristobal, no son de tan buena calidad, pues su estructura es ménos homogénea y se deshojan por la accion prolongada del aire y la humedad. Los pedruscos extraidos de cierta profundidad no tienen este defecto, y por lo tanto son los únicos que se deberian emplear en las construcciones.

Se encuentran aun traquitas cerca de San Felipe en la base de las montañas de Culunquen. En las provincias del norte no aparecen sino á grandes distancias de los centros de poblacion.

PIEDRA DE CAL.

La caliza falta en el sur de Chile y solo se la encuentra desde la provincia de Santiago, donde se la explota en muchos puntos, en la Calera, en Batuco, en Polpaico y en la Cordillera. Las calizas de la Calera, Batuco y Polpaico, contienen mucho pedernal, dan cales muy medianas y dejan

muchos desperdicios. Las de la cordillera, explotadas en la hacienda de la Deheza y en los alrededores de San José, son mas puras y dan cales grasas de excelente calidad. La provincia de Aconcagua encierra tambien poderosas capas calcáreas; se las halla un poco al sur de San Felipe donde forman las pequeñas mesetas situadas entre esta ciudad y Tierra-Blanca. Las capas superiores contienen pedernales y presentan los mismos inconvenientes que las de Batuco; pero en la parte inferior de estas mismas mesetas, se hallan capas de caliza compacta que pueden suministrar excelente cal hidraúlica. Las mismas capas calcáreas se encuentran aun al bajar el valle, enfrente de Llallai, en la base de las montañas de Catemus. La provincia de Valparaiso contiene tambien dos yacimientos de caliza, el de la Calera, cerca de Quillota, y el de Melon. Las calizas explotadas actualmente en la Calera, contienen muchas partes silíceas, y la cal que suministran es muy mediana : pero en la parte superior de la montaña se hallan otras capas de una caliza mas pura, que darian productos de muy buena calidad. Las calizas de Melon no han sido utilizadas todavía, aunque son bastante puras y suministran buena cal. La provincia de Coquimbo encierra calizas que pertenecen, unas al terreno terciario y otras á la formacion jurásica : las primeras son las únicas que se pueden trasportar á las ciudades y forman una capa de algunos decímetros de espesor que ocupa la parte superior del terreno terciario. Estas mismas calizas se hallan cerca de Chañaral así como en la llanura que se extiende entre Caldera y el antiguo puerto de Copiapo. Las calizas jurásicas abundan, ademas, en los alrededores de Copiapo; se las encuentra en Nantoco, en Totorallillo, en Pabellon, donde pueden dar cales de todas calidades, desde la cal hidraúlica, conocida con el nombre de cimento romano, hasta las cales grasas.

YESO.

Los grandes depósitos de yeso están situados en la cordillera de los Andes y cerca de la línea de vertientes. Se empieza á hallarles cerca del grado 34, y desde allí se extienden hácia el norte. El mas notable de estos depósitos es el que existe hácia la parte superior del valle de los Piuquenes : el yeso forma allí montañas enteras, y de allí es de donde se saca todo el que se emplea en Santiago. Se hallan aun poderosas capas cerca del rio Barroso, en el valle del Maipo y en Portezuelo-del-Yeso, cerca de las fuentes del rio de las Leñas. Desde el grado 33 los depósitos de yeso no aparecen mas que al este de la cordillera, pero siempre á corta distancia de la línea de vertientes : tales son los de los Patos, en el camino de San Juan á San Felipe y los que se hallan en la base del cerro de la Ramada.

Todavía se halla un pequeño depósito de yeso cerca del boquete de Calderon en la provincia de Coquimbo; en fin, aparece aun este cuerpo cerca de Petorca, bajo forma de cristales bastante voluminosos diseminados en una capa de arcilla.

El desierto de Atacama encierra igualmente poderosos depósitos de yeso, pero de poca utilidad á causa de su alejamiento de los puntos habitados. Hay que exceptuar, sin embargo, el que se halla en el fondo de la bahía de Antofagasta que, á causa de su situacion en la orilla del mar, podria ser objeto de una explotacion lucrativa.

MÁRMOL.

Chile posee pocas calizas que reunan las calidades necesarias para que puedan emplearse como mármol. Las mesetas

calcáreas de Tierra-Blanca, cerca de San Felipe, contienen, sin embargo, algunas capas que podrian suministrar mármoles bastante hermosos; esò es una brecha calcárea de color de lila, muy compacta y por consiguiente suceptible de un lindo pulimento, que ocupa la parte superior de dichas mesetas. Las calizas de Melon, que son blancas y veteadas de matices anaranjadas, podrian igualmente emplearse. Las calizas de los alrededores de Copiapo, sobre todo las que se hallan situadas entre Pabellon y la costa de Chañarcillo, contienen capas muy homogéneas de un negro muy hermoso suceptible de un vistoso pulimento. Como estas capas son de grande espesor, podrian sacarse de ellas pedruscos de todas dimensiones. En fin, debemos indicar aun las calizas estalagmíticas que suministran el alabastro antiguo y que se hallan en muchos puntos de la montaña de San Lorenzo en el valle del Maipo.

PIZARRA.

El terreno esquistoso que forma la vertiente occidental de la cordillera marítima desde el desembocadero del Maule hasta Valdivia, encierra varias capas que pueden suministrar pizarras de buena calidad. En la parte comprendida entre Curanipe y Covquecura es principalmente donde se hallan estas capas de pizarras. Se encuentra tambien un asperon de forma esquistosa, de grano muy fino, que puede abastecer de excelentes losas. El esquisto pizarroso aparece igualmente cerca de la costa en el norte de Chile, principalmente en el cerro de Santa Ines, cerca de Pichidanquí, y en Chañaral de las Ánimas.

ARCILLAS.

Chile contiene kaolin, arcillas finas para la alfarería y arlas para ladrillos. El kaolin se encuentra en dos formaes, en las cercanías de los granitos y en las sienitas que

han sido sometidas á emanaciones volcánicas. Las mejores se encuentran en la formacion granítica y provienen de la descomposicion de las pegmatitas ó de algunas variedades de granito con mica blanca. Las localidades donde abundan mas son las cercanías de la Florida y de Rere, así como en el valle del rio Andalien. Se encuentra tambien hermoso kaolin en la hacienda de las Tablas, cerca de Valparaiso, pero en pequeña cantidad. El kaolin que proviene de la descomposicion de las sienitas, conocido en el país con el nombre de tofo, es mucho mas abundante. Los sitios que suministran las mejores calidades son la hacienda de San Lorenzo en la provincia de Aconcagua, y las montañas de Zapallos en la de Coquimbo.

Las arcillas para alfarería se encuentran en dos formaciones : unas provienen de la descomposicion de las esquitas cristalizadas ; son siempre algo ferruginosas y se las encuentra en todos los puntos en que esta formacion ocupa cierta extension, tales como en las montañas de Curanipe y de Corquecura, en las de Nahuelvuta y en los alrededores de Valdivia. Las demas forman capas que acompañan los lignitos de la formacion terciaria, y se las halla así en los alrededores de Concepcion, en Coronel, en Lota, en Valdivia y en la base de las mesetas que rodean el lago de Llanquihue. Algunas de estas arcillas contienen muy poco hierro y pueden servir para la fabricacion de los ladrillos refractarios ; tales son las de Lota y de Valdivia.

Las arcillas mas ó ménos rojas que provienen de la descomposicion de las rocas graníticas, son, en general, demasiado fusibles para suministrar ladrillos de buena calidad ; estos salen siempre mal cocidos y no resisten á la accion de los hielos y de la humedad ; lo mismo sucede con las arcillas del terrena cuaternario que se encuentran en el valle longitudinal.

CUARZO.

El cuarzo es muy abundante en Chile: se le encuentra, sobre todo, en la formacion de las esquitas cristalizadas, donde forma mantos ó filones de gran espesor, hallándose así repartido sobre toda la vertiente occidental de la cordillera marítima y, algunas veces, tambien al este de dicha cordillera.

SILEX.

Aunque ménos abundante que el cuarzo, se encuentra, sin embargo, el silex en muchos sitios, donde ocupa la parte superior de la formacion calcárea. Se le halla cerca de Santiago, en Colina, en Batuco, en las mesetas de Tierra-Blanca, cerca de San Felipe, así como en la costa del Pedernal. Las calizas de los alrededores de Copiapo contienen capas de algunos decímetros de espesor.

JASPES.

Los jaspes se encuentran en las cercanías de las rocas volcánicas antiguas, y algunos tienen matices muy hermosos: entre los mas notables citaremos los bellos jaspes rojos de los Maitenes, cerca de la hacienda de Tavon.

AGATAS.

Los amigdaloides de Chile encierran bellas agatas, siendo los sitios mas notables los baños de Cauquenes, la hacienda de Chacabuco cerca del antiguo camino de Santa Rosa, el cajon de Tambillo, en el valle del rio de Putaendo, la montaña de Sacramento al sur de Copiapo y, en fin, el cerro de Lomas-bayas, donde se hallan hermosas agatas lácteas.

LAZULITA.

Hasta ahora no se ha hallado la lazulita mas que en una sola localidad, en la provincia de Coquimbo, cerca de las fuentes del rio Tascadero y á corta distancia de la línea anticlinal de los Andes. Forma un filon de 10 á 15 centímetros de espesor, que podria suministrar hermosas piedras para objetos de lujo.

PIEDRAS DE AFILAR.

Las esquitas cristalizadas y el terreno antracitoso, contienen excelentes piedras de afilar. Se hallan allí cuarcitos que pueden reemplazar la piedra del Levante, esquitas cotículas ó piedra para las navajas de afeitar y excelentes asperones. Los mejores cuarcitos se hallan en los alrededores de Valdivia, cerca de Constitucion : las esquitas cotículas, en las montañas de Covquecura y de Curanipe : los asperones entre Colcura y la bahía de Arauco y en los alrededores de Rere.

El trípoli se encuentra en dos sitios : primeramente, en la subdelegacion de Puchuncavi, algo al este del lago de Campeche donde forma una capa de algunos centímetros de espesor y despues en las márgenes del lago del Maule hácia la parte oriental; este trípoli es muy blanco, ligero y formado enteramente de sílice.

En fin, indicaremos aun las pómez, que se encuentran en gran cantidad cerca del lago de Mondaca y en las cercanías del lago de Maule.

METEOROLOGIA.

Situado Chile entre los grados 24 y 55 de latitud sur, no puede ménos de ofrecer gran variedad de climas. Aunque el espacio que abraza, en el sentido de los meridianos, corresponde de un modo aproximativo al intervalo comprendido entre Moscou y la antigua ciudad de Tebas, está, sin embargo, muy distante de tener unos climas tan extremados como los de esta última zona. Los calores, en Chile, son moderados, aunque sea bajo el grado 24, y los inviernos de la Tierra-de-Fuego, son allí ménos frios que los de las regiones templadas de Europa. Esta benignidad del clima se debe principalmente á una causa general, que al paso que templa el frio en los inviernos de las regiones australes, refresca las que están cercanas á los trópicos : esta causa es la gran corriente marina que despues de haber seguido las costas del Brasil, da la vuelta á la punta sur de América y sube desde allí hasta el norte, llevando hácia la Tierra-de-Fuego las aguas calientes de los mares ecuatoriales, en donde deja una parte de su calor y conduce luego al norte sus aguas relativamente frias. La configuracion del suelo contribuye aun á aumentar esta variedad de climas, pues á consecuencia de su elevacion gradual del oeste al este, se puede pasar desde las regiones donde crecen las palmeras, hasta las cimas glaciales de los Andes, sin dejar por eso de permanecer constantemente bajo la misma paralela. Chile presenta así tres regiones cuyo clima, modificándose gradualmente á medida que se va avanzando hácia el Sur, conserva siempre un carácter que le es propio. Corresponden estas regiones

á las costas de Chile, á su valle longitudinal y á la cordillera de los Andes. Vamos á estudiarlas en sus relaciones con la temperatura, los vientos, la lluvia y los fenómenos eléctricos.

TEMPERATURA.

En la region marítima la temperatura media varia con mucha lentitud : en Copiapo, es decir, cerca del grado 27, se halla comprendida entre 16 y 17; y si bien no poseemos ninguna observacion para las partes de la costa situadas mas hácia el Norte, varios resultados obtenidos sobre la temperatura de la capa invariable, dan motivo para creer que, esta temperatura media no pasa de 17. Cerca del grado 30, en la ciudad de la Serena, esta temperatura es de 15°,8; en Valparaiso, por los grados 33, difiere muy poco de 14; en Mellípuli ó Puerto Montt por los 42, se eleva aun á 12°,9; enfin, en Punta-Arenas, situado por el 53, esta temperatura está comprendida entre 6 y 7. La temperatura media disminuye así con mucha lentitud entre los grados 24 y 42 : esta disminucion no es uniforme; entre el 24 y el 30, es de 0°,16 para cada grado de latitud; de 0,32 entre el 30 y el 33, y solo de 0,11 del 33 al 42. Al sur del 42 esta disminucion es mas rápida, pero la incertidumbre que reina todavía sobre la media de Punta-Arenas, no permite evaluarla exactamente. Las variaciones anuales se hallan comprendidas en límites bastante estrechos : entre los grados 24 y 36, rara vez desciende á cero el termómetro y no sube mas allá de 30°. La temperatura media del invierno, en la Serena, es de 11°,8 y la del verano 17°,6 : en Valparaiso los resultados son casi iguales, 16°,6 en el verano y 10°,7 en el invierno, pero á medida que se adelanta hácia el sur, van siendo mayores estas diferencias; así, en Concepcion, la temperatura media del verano es de 18°,7 y la del invierno 9°,2; pero en Valdivia y

Mellípuli, si bien están mas al Sur, la diferencia es ménos grande, pues la temperatura media estival es de 15° y la del invierno de 8°. Esta circunstancia debe principalmente atribuirse á la abundancia de las lluvias que moderan los calores del verano y se oponen, en el invierno, á la radiacion nocturna. La nieve no cae jamás al norte del grado 36; á veces cubre las alturas de 200 á 300 metros, pero no desciende nunca mas abajo. En Valdivia y Mellípuli, al contrario, se la ve algunas veces permanecer por espacio de muchos dias, y enfin, en Punta-Arenas la tierra se queda cubierta de nieve durante los meses de Junio y Julio, bajando entónces el termómetro hasta 12°, miéntras que en verano sube rara vez mas allá de 15°; estas, sin embargo, son temperaturas accidentales, pues las mas de las veces el mínimum no pasa de 8° y el máximum de 10°.

En la parte situada entre la cordillera marítima y la base de los Andes, la mayor elevacion del suelo y el alejamiento del mar, propenden á establecer oscilaciones mas considerables en la temperatura anual: para una misma latitud, la temperatura media es allí algo mas elevada que en la region marítima; pero importa mucho tener en cuenta que la configuracion del terreno ejerce allí un gran influjo, conforme esten las localidades mas ó ménos expuestas á la radiacion nocturna y á las corrientes de aire frio que bajan de los valles de los Andes. Así es que la temperatura media de Santiago, tomada en el interior de la ciudad, es de 16°,2, miéntras que en el nuevo Observatorio, situado en un terreno bajo y descubierto, es solamente de 12°,7. Hay, pues, temperaturas medias muy diferentes en localidades situadas casi en el mismo nivel y distantes unas de otras de solo algunos kilómetros. Para evitar esas causas de error, hemos establecido termómetros á diferentes profundidades á fin de obtener la temperatura de la capa invariable, que, como ya

se sabe, difiere poco de la mediana. Observaciones repetidas durante muchos años cerca de Santiago, han dado $1^m,20$ para la profundidad de la capa invariable, en parajes al abrigo de las lluvias y de la accion directa del Sol, y 16°,5 para la temperatura : la media, pues, del Observatorio de Santiago, seria una anomalía dependiente de las circunstancias que acabamos de indicar. Las observaciones de la temperatura del suelo, á dos metros de profundidad, hechas en el desierto de Atacama, en Chañarcillo, en Coquimbo y en Chillan, han dado los siguientes resultados que pueden considerarse como muy aproximativos á la media de estas localidades; en Calama, en el desierto de Atacama 17°,6; en Chañarcillo 17°,6; en Coquimbo (la Serena) 15°,9; en Chillan 16°,3. Estos números difieren muy poco de las temperaturas medias de la region marítima; pero lo que caracteriza particularmente el clima del valle longitudinal, es la extension de las variaciones diurnas y anuales. En el desierto de Atacama, en altitudes que no exceden de 1000 metros, no es raro ver, durante el dia elevarse la temperatura del aire á 38° y durante la noche bajar á 2° ó 3°. Se carece, por otra parte enteramente de datos sobre las variaciones anuales en esta parte de Chile. En Santiago, cuya altitud es de 560 metros, el termómetro baja durante las noches de invierno á 2° y 3° bajo cero : en verano el máximum está comprendido entre 29° y 30°. Algunas veces nieva, pero la nieve no se conserva mas allá de doce horas y desaparece casi siempre al despuntar los primeros rayos del sol, aun en los parajes donde la altura excede de 800 metros. El termómetro sube frecuentemente á 20° y 25° en los dias claros de Junio y Julio, pero por la noche baja hasta cerca de cero y á veces pasa mas abajo. Durante el verano, que corresponde á los meses de Enero y Febrero, son ménos extensas estas variaciones, pues la temperatura del dia pasa rara vez

de 28° y no baja mas allá de 12° ó 15°. Estas diferencias dependen, sobretodo, de la proximidad de la cordillera de los Andes; como esta se halla cubierta de nieve durante el invierno hasta el nivel de 1400 á 1500 metros, el aire que se ha enfriado, durante la noche, con el contacto de estas nieves, baja por los valles y se extiende por el llano, donde ordinariamente anuncia su presencia una lijera capa de niebla; así, pues, se observa que la temperatura es mucho mas suave en la falda de las colinas que en las partes bajas del llano.

En el sur de Chile son mucho ménos sensibles estas variaciones, porque el estado nebuloso de la atmósfera, se opone á la vez á la accion del sol y á la radiacion nocturna; es lo que se observa mas particularmente en las provincias de Arauco, de Valdivia y de Llanquihue.

En la region de los Andes, desciende la temperatura á medida que se sube, pero ofrece grandes anomalías bajo este punto de vista : en primer lugar, desciende muy lentamente hasta una altura de 1500 á 2000 metros, ofreciendo aun muy grandes diferencias segun se consideren las partes salientes ó las depresiones del suelo. En los valles de los Andes es donde se observan las mayores variaciones diurnas y anuales; en el valle de Copiapo cerca del grado 28 y á 1300 metros de altitud, la temperatura del aire excede muchas veces 38° durante el dia; durante la noche desciende á 20° ó solo á 8° segun sople el viento del oeste ó del este. En Guanta, en el valle de Coquimbo, entre 29 y 30 grados de latitud y á 1373 metros de altura, llega á tener el aire, en los dias de verano una temperatura casi igual. El melocoton, la higuera y la viña producen frutos notables por sus cualidades : el trigo prospera aun á 3200 metros de altitud. El valle de Maipo da lugar á las mismas observaciones; en San Gabriel, cuya altitud es de 1300 metros, el termómetro

llega á 32° en los dias de verano y baja á 12° durante la noche. La higuera y la viña crecen allí muy bien, aunque en invierno permanezca el suelo cubierto de nieve durante muchos dias y baje el termómetro á 5° á 6° bajo cero.

En San Gabriel, la temperatura del suelo, á dos metros de profundidad, es aun la de 14°,8 ; y como la de Santiago es la de 16°,5, solo hay 1°,7 para una diferencia de nivel de 740 metros, lo cual daria una disminucion de 1 grado para 435 metros, en vez de 195 metros que es la altura que corresponde á una disminucion de un grado, cuando se sube verticalmente sobre el nivel de los llanos. Mas arriba de 2000 metros, en los valles como en las ramificaciones de los Andes, el enfriamiento se vuelve mucho mas rápido : el viento del oeste que sopla constantemente durante el dia, mantiene allí la temperatura entre 18° y 20°, hácia medio dia, en el verano, pero durante la noche baja á 5° ó 6°. Entre 3000 y 4000 metros de altura, hiela constantemente durante la noche, siendo raro que en las horas del máximum suba el termómetro mas allá de 12° aun en las regiones mas cercanas al trópico, el límite de las nieves permanentes excede aun esta altura en todo el espacio comprendido entre los grados 22 y 33. El cono volcánico del Llullaillaco, situado bajo los 24° 41′ y que se levantá hasta á 6173 metros, conserva solamente en su cima y hácia la parte del Sur, una pequeña mancha de nieve cuyo borde inferior se eleva todavía á 5986 metros. En el cerro del Potro, situado cerca del grado 28, las nieves permanentes se mantienen á 5200 metros. Hácia los grados 29, 34′ en el portillo de Doña Anna y á una altura de 4670 metros, no quedan, en verano, mas que algunas manchas de nieve en los parajes en que los peñascos impiden la accion directa del sol. En las provincias de Santiago y de Aconcagua, se mantiene aun este límite mas allá de 4000 metros y en el portillo de Piuquenes, bajo 33° 31′ llega

á 4170 metros; pero desde el grado 35, se abaja rápidamente este límite y no es mas que de 3080 en las faldas del volcan de Peteroa y solo de 2189 en el volcan de Antuco hácia los grados 37, 23′. Enfin, en el volcan de Osorno, hácia el grado 41, no es mas que de 1560 metros. Este límite continúa descendiendo aun á medida que se va adelantando hácia el Sur, pero de un modo ménos rápido. En el estrecho de Magallanes, las nieves se mantienen aun á la altura de 500 y 600 metros. Hemos indicado ya en la lámina XXI el nivel que alcanzan las nieves permanentes entre los 24° y 42° de latitud, y para hacer mas sensible la curva que describe este límite, las alturas están marcadas en una escala 80 de la de las distancias.

En el desierto de Atacama es donde alcanza la mayor altura el límite de las nieves permanentes, no solamente para América, sino para toda la superficie del globo. En las montañas del Himalaya, pasa apénas de 5000 metros: bajo el ecuador, en los Andes de Quito, no excede de 4800 metros, y en las montañas de Méjico el punto mas elevado de este límite es de 4500 metros. La razon es que el límite de las nieves permanentes, no depende únicamente de la latitud, sino que está subordinado á la cantidad de lluvia que cae en cada localidad. Donde las lluvias faltan casi absolutamente, como en las cordilleras del desierto de Atacama, la nieve, aunque esté mucho mas bajo que el punto de congelacion del agua, se evapora lentamente y acabaria por desaparecer enteramente de las cumbres mas elevadas, si no la renovasen, á largos intervalos, algunos raros huracanes. En fin, en esas alturas en que la temperatura del aire se mantiene á varios grados bajo cero, la accion de los rayos solares, que solo han atravesado un aire rarificado y desprovisto de vapores, conserva toda su energía y la nieve derritiéndose durante el dia, alimenta los raros manantiales que van á perderse á poca distancia en

las arenas del desierto. Á medida que se avanza hácia el Sur las lluvias se vuelven ménos raras; hasta el grado 34 no llueve casi nunca en verano, es decir, desde Noviembre hasta Marzo, y el límite de las nieves se mantiene allí siempre encima de 4000 metros; pero entre los 34 y 35 grados, empiezan á caer algunas lluvias estivales; las del invierno son tambien mas abundantes, el cielo permanece nublado durante gran parte del año y la accion del sol sobre las nieves es mas limitada, en tanto que la cantidad de estas es mucho mayor: así es que el límite de las nieves permanentes desciende bruscamente de cerca de 1000 metros. En la provincia de Llanquihue, donde no aparece el sol mas que á raros intervalos, desciende este límite á 1500 metros, miéntras que en los Pirineos, situados casi bajo la misma latitud, llega á 2800 metros.

Tambien es desde el grado 34 cuando se encuentran los primeros ventisqueros de los Andes: allí donde hay altas montañas que forman crestas dirijidas del este al oeste, el vertiente sur no recibe mas que una débil parte de los rayos solares, el agua procedente de las nieves superiores se congela y trasforma la que ocupa un nivel mas bajo ó una masa de hielo. El primer ventisquero que se encuentra es el del valle de los Cipreses que ocupa una profunda cortadura situada en el lado sur de las montañas que forman el Alto de los Mineros y baja desde allí hasta 1785 metros donde dá orígen al rio de los Cipreses (1). Cuando le visitámos á principios del año 1858, habia habido un gran hundimiento cerca de su extremidad inferior; y el hielo cortado á pico, formaba en su base una magnífica gruta de donde brotaba el rio; el canchal estaba separado por un intervalo de mas de cien metros en el cual se hallaban dispersos enormes

(1) Meteorología, pl. XXII.

trozos de hielo que resistian todavía á la accion del sol. Encima del hielo se notaba una capa terrea de muchos metros de espesor, compuesta de peñascos desprendidos de las montañas vecinas y que habian rodado por la superficie del ventisquero; esta capa se extendia, al sur, sobre un espacio de mas de un kilómetro; luego venian las agujas de hielo, y por último la nieve que cubre siempre los ventisqueros á una cierta altura. Desde esta latitud se presentan los ventisqueros sobre casi todas las cumbres nevadas, rodeando al sur y al oeste el grupo de los volcanes de Chillan; se les halla otra vez sobre el volcan del Antuco á una altura de 2184 metros y en Sierra Velluda en donde cubren casi toda la superficie expuesta al este y al sur. Hácia los 46°, enfrente de la península de Tres-Montes, los ventisqueros llegan casi al nivel del mar y lo mismo sucede en el estrecho de Magallanes donde su extremidad inferior excede rara vez 50 metros.

VIENTOS.

Los vientos que reinan en Chile, lo mismo que en una gran parte de la region situada al oeste de los Andes, son unos vientos especiales dependientes de la configuracion del suelo. Los vientos generales del este y del sureste, atajados por esta cordillera de montañas, se levantan en las regiones superiores de la atmósfera y no van al encuentro de la superficie del mar sino á una gran distancia de la costa (1). Los que soplan con mas frecuencia vienen de la region del oeste y oscilan entre el N. N. O. y el S. S. O. variando en cada localidad segun las estaciones. Durante el verano, es decir, desde Noviembre hasta Marzo, dominan los vientos del noroeste entre 39° y 46°; estos vientos son cálidos y húmedos

(1) Meteorología, pl. XXI, fig. 2.

y casi siempre traen lluvias consigo; al norte del grado 39 los vientos que mas se dejan sentir son los de oeste y suroeste. Á medida que va adelantando la estacion, la zona de los vientos de noroeste se corre insensiblemente hácia el norte y parece que sigue al sol en su marcha hácia el hemisferio boreal. Para hacerse cargo de las causas que ocasionan estas varias corrientes de la atmósfera, es necesario considerar á la vez los vientos generales y la configuracion de las tierras de la América del Sur. Ya se sabe que los dos alisios del noreste y del sureste, salen á su encuentro cerca del ecuador, donde empiezan por producir una corriente ascensional y en seguida dos corrientes contrarias que se dirigen hácia los polos. La corriente ascensional que forma el límite de estos dos vientos superiores, no ocupa una posicion fija sobre la tierra, sino que cambia de lugar siguiendo al sol en su marcha de un hemisferio á otro. Establecido este punto, consideremos lo que pasa en el hemisferio sur: al corriente superior que viene del norte, se abaja gradualmente y va á buscar la superficie de la tierra á cierta distancia de su punto de partida. Á fines de Diciembre, cuando el sol ha llegado bajo el trópico, esta corriente va á tocar el suelo ó la superficie de los mares bajo el grado 39, y entónces son los vientos del norte y del noroeste los que soplan en el sur de este paralelo, es decir, que empiezan poco mas ó ménos á 16 grados de la zona en que el sol pasa al cenit. Esta distancia, sin permanecer constantemente la misma, solo varia de un corto número de grados; resultando de aquí que cuando el sol vuelve al hemisferio boreal, la zona de los vientos del norte debe avanzar en el mismo sentido y recorrer así un espacio de cerca de 47° que es el que salva el sol al ir de un trópico al otro. En el norte de esta zona, reinan los vientos alisios, es decir, los vientos del sureste, para la América del Sur. Ántes de llegar á Chile, pasan estos

vientos por los llanos de la República argentina, donde se elevan gradualmente, atraviesan la cordillera de los Andes, á una altura de mas de 4000 metros, y aunque despues descienden, no pueden, sin embargo, alcanzar la superficie de los mares sino á una distancia bastante grande (1). Chile, pues, se halla al abrigo de esos vientos por la cordillera de los Andes, pero no es únicamente esta cordillera la que tiende á elevar la corriente del sureste : las capas de aire en sumo grado calentadas, durante el dia, al contacto de las desnudas llanuras de la República argentina, con lo cual se han vuelto mas lijeras, producen una corriente ascensional, que tiende aun mas á elevar el nivel del alisio. Para reemplazar el aire que se llevó esta corriente, es, pues, absolutamente necesario que lleguen del oeste nuevas capas de aire, y esto es la causa de los vientos que reinan, en Chile, en la zona que corresponde al alisio. Estos vientos empiezan, por lo regular, hácia mediodía, pues las mañanas son ordinariamente serenas y solo á las diez ó las once es cuando empieza á dejarse sentir la brisa del suroeste. Débil, en un principio, va creciendo en intensidad hasta las tres ó las cuatro ; disminuye, luego, de nuevo y cesa ordinariamente algunos instantes despues de ponerse el sol. Al chocar estos vientos contra la cordillera marítima, son en parte rechazados y toman la direccion del norte. Otra parte penetra en los valles que cortan esta cordillera y rechazados tambien por los primeros contrafuertes de los Andes, producen los vientos del sur, que reinan, en verano, en la llanura longitudinal. Estos vientos, comparativamente frios, pues vienen de regiones mas cercanas al polo, sueltan, aun, una parte de su humedad al pasar por las tierras : son vientos secos que llevan siempre el buen tiempo consigo. Durante la noche,

(1) Véase, pl. XXI, fig. 2.

no existe ya la corriente de aspiracion producida, al este de los Andes, por el calentamiento del suelo ; el alisio baja y va á rozar la cresta de esta cordillera ; las capas inferiores, cuando pasan por encima de las nieves, considerablemente enfriadas por la radiacion nocturna, pierden gran parte de su calor, se vuelven mas densas, se deslizan por los valles y producen las brisas lijeras del este que se experimentan durante la noche (1).

Este aire frio que se escurre como un líquido, va á ocupar las partes bajas del llano, levantando las capas mas calientes que se apoyaban en el suelo, y estas, enfriándose á su vez, dejan condensar una parte del vapor de agua que contenian en disolucion y producen esas nieblas que se extienden inmóviles por los valles durante las hermosas mañanas de la primavera y del otoño. En las partes donde la cordillera marítima llega á una gran elevacion, se produce en la costa un fenómeno análogo ; las capas de aire que se han enfriado en las cumbres de las montañas, descienden hasta el mar, hallan allí un aire mas cálido y húmedo, produciendo así esas nieblas que se forman constantemente, por las mañanas, en una gran parte de las costas de Chile.

Los vientos del sur y las brisas del este, contribuyen poderosamente á templar los calores del verano. En los parajes mas cercanos al trópico, aun en el mismo desierto de Atacama, el viento del suroeste es siempre fresco, cuando no dista mucho de la cordillera marítima y la temperatura se eleva rara vez sobre 20° : depende esto de que ántes de llegar al llano del desierto, ha tenido que pasar por montañas de una elevacion de 1400 á 1600 metros, tomando la temperatura que corresponde á aquellas altas regiones ; pero á medida que roza dichas llanuras, cubiertas de eflorescen-

(1) Pl. XXI, fig. 3.

cias salinas á las cuales envía sin cesar sus rayos un sol no interceptado por ninguna nube, se despoja allí de la mayor parte de su humedad y llega seco y abrasador á la base de los Andes. Á esta circunstancia hay que atribuir algunas notables particularidades que ofrece el clima del desierto de Atacama. Los cadáveres de los animales no se corrompen sino que se secan y se conservan así por muchos años. Lo mismo sucede con los vejetales; algunas matas de plantas que hay de trecho en trecho, estan rodeadas, en su base, de un polvo blanco, parecido á la ceniza, producto de las hojas y ramas secas que se caen cada año: estas no forman *humus*: pierden primero el agua, luego el carbono, que pasa al estado de ácido carbónico y no quedan mas que las partes salinas; así es que los vejetales se consumen con lentitud y solo dejan cenizas en el sulugar. Lo mismo sucede con los animales, pues al cabo de cierto número de años, desaparece la carne muscular, luego la piel, y no queda mas que el esqueleto rodeado de un polvo blanco, compuesto en su mayor parte de fosfato de cal.

Al sur de la zona que corresponde á los vientos del oeste y excede frecuentemente en el verano los 46 grados, reinan los vientos polares que son los que soplan, las mas de las veces, en la Tierra-de-Fuego y en la parte del sur de Patagonia; pero sucede á veces que los vientos del noroeste llegan hasta estas altas latitudes, ocasionando entónces esas tempestades tan temidas por los marinos que tienen que doblar el Cabo de Hornos.

LLUVIAS.

Consideradas las lluvias bajo el punto de vista de su abundancia ó rareza, presenta el clima de Chile contrastes no ménos notables que los de la temperatura, pues se halla á la

vez una extremada sequía y una humedad excesiva; estas mudanzas, sin embargo, se operan gradualmente y á medida que se va del norte hácia el sur. Entre los grados 24 y 27, se pasan muchos años sin que caiga una sola gota de agua para humedecer el suelo y las únicas lluvias que hay son puramente locales sin extenderse mas allá de espacios muy limitados, pues provienen de tempestades que se forman encima de alguno de los grupos de montañas que se elevan en medio del desierto. La lluvia cae entónces en abundancia durante algunas horas, deslie la tierra movediza que cubre la superficie del suelo y produce torrentes de lodo que se precipitan en el fondo de los barrancos : en seguida recobra el cielo, por varios años, su inalterable pureza. El clima del desierto de Atacama no ha sido siempre tan seco, pues numerosos indicios demuestran que habia allí, en otro tiempo, grandes lagos é importantes corrientes de agua, si se ha de juzgar por la anchura de sus álveos y los pedruscos que arrastraban consigo. Esta mudanza de clima parece que corresponde hácia el principio de la época cuaternaria, á consecuencia del levantamiento que hubo allí : los lagos debieron derramarse en el mar, el aire llegó seco á la cordillera de los Andes, que se despojó de sus nieves y los manantiales de las corrientes de agua se agotaron. Entre los grados 27° y el 29° son algo ménos raras las lluvias, pues sucede á veces que pasa un año ó dos sin que caiga una sola gota de agua en el llano; pero en la cordillera de los Andes sobrevienen algunas tempestades que renuevan las nieves que alimentan los manantiales, apareciendo tambien allí los primeros rios que llevan sus aguas al mar. En el intervalo comprendido entre los grados 29 y 32 llueve á lo ménos una vez al año; en la Serena, situada cerca del mar hácia los 30 grados de latitud, el término medio de la cantidad de agua que cae anualmente, es de 300 milímetros y es consecuencia de los fuertes

aguaceros que duran solo algunas horas, reproduciéndose dos ó tres veces al año. En Santiago, hácia los 33° 26′ la cantidad de agua que cae anualmente es de 419 milímetros, aumenta en seguida á medida que se va adelantando hácia el sur y llega á su maximum en las provincias de Valdivia, de Llanquihue y de Chiloe. En Valdivia se cuenta como término medio 134 dias de lluvia y la cantidad de agua que cae asciende á 2859 milímetros. En Mellípuli el número anual de dias de lluvia es de 162, pero la cantidad de agua es algo menor, pues el término medio es de 2676 milímetros : hay, sin embargo, años en que esta cantidad excede de tres metros. La cantidad de agua suministrada por las lluvias disminuye luego despues á medida que se adelanta hácia el Sur. En la colonia de Punta-Arenas, situada á los 53° sur, el número de los dias de lluvia es aun de 152, pero la cantidad de agua que producen no es mas que de 529 milímetros, esto es, un poco mas que la que cae en Santiago, donde, término medio, solo se cuentan 22 dias de lluvia. Estos números, sin embargo, no deben considerarse mas que como datos puramente locales y no como elementos susceptibles de dar, de un modo exacto, la cantidad de agua que cae anualmente sobre la superficie de Chile. Durante la estacion mas seca, la cordillera de los Andes es el teatro de numerosas tempestades que deponen allí espesas capas de nieve y las lluvias son tambien mas frecuentes en el oeste de la cordillera marítima, que en el valle longitudinal. Estas diferencias se efectuan, sobretodo, en la parte de Chile situada al norte del grado 37, pues á medida que se va hácia el sur, tienen las lluvias un cáracter mas general y se extienden sobre todo el espacio comprendido entre el mar y la cima de los Andes.

En Chile las lluvias son producidas por el encuentro de los vientos polares con la corriente superior que se dirije desde el ecuador hácia el polo, pues siendo mas cálida y

cargada de los vapores sacados de los mares ecuatoriales, los abandona bajo forma de lluvia desde que se enfrian con el encuentro de los vientos polares. La posicion de la zona en que se encuentran estos dos vientos, varia segun las estaciones del año, pues, como se ha dicho ya, sigue poco mas ó ménos la marcha del sol; tambien las lluvias siguen esta misma marcha, pues arrinconadas hácia el sur del grado 38°, durante los meses que se suceden desde Noviembre á Marzo, empiezan á adelantarse hácia el norte cuando el sol pasa por el hemisferio boreal. Las primeras lluvias caen generalmente en el espacio comprendido entre los grados 38 y 35 y avanzan lúego gradualmente parándose de preferencia en los ramales trasversales que cortan, de trecho en trecho, el valle longitudinal: y así como las primeras lluvias que caen en la provincia de Curico y de Cauquenes, rara vez pasan mas allá de la rama de montañas que atraviesa la Angostura de Paine y reune las montañas de la cordillera á las de Aculeo, así mismo las primeras lluvias que caen en Santiago rara vez se extienden mas allá del cordon de Chacabuco. Cuando el sol está cerca del solsticio, esto es, durante los meses de Junio y Julio, es cuando son mas frecuentes las lluvias, cayendo entónces, no solo en la parte media de Chile, sino tambien en la provincia de Coquimbo. Toman luego una marcha inversa, retirándose mas y mas hácia el sur, hasta el mes de Diciembre, en que no pasan del grado 38. Esta marcha regular de las lluvias, está, sin embargo, sujeta á numerosas excepciones: en efecto, sucede á veces que caen lluvias muy abundantes, durante muchos dias, en los meses de Enero y Febrero, entre los grados 32 y 36 de latitud; pero estas lluvias tienen diferente causa, pues dimanan de poderosas tormentas que se forman en los Andes y se extienden luego por la llanura.

Los grandes desmontes hechos en la parte media de Chile,

han disminuido notablemente la frecuencia de las lluvias y no estando retenida el agua que suministran por la tierra porosa de los bosques, se desliza casi toda hácia el mar con gran perjuicio de la agricultura : así es que los veranos se han vuelto mas secos y los riegos mas necesarios : las nieves de los Andes suministran aun agua para las necesidades de la agricultura, pero los riegos, ademas de los crecidos gastos que ocasionan, no tienen jamas el poder fertilizador de las aguas lluviales. Tiempo es ya de pensar en el arbolado si no se quiere ver reducirse mas y mas la superficie de las tierras de cultivo.

TEMPESTADES.

Las tempestades, tan desastrosas en otras regiones, son apénas conocidas en las comarcas habitadas de Chile, pues se hallan confinadas en la cordillera de los Andes y solo á largos intervalos se extienden por encima de los llanos. En los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, es cuando se reproducen con mas frecuencia, siendo entónces raro que trascurra un solo dia sin que estalle un huracan en una parte ú otra de los Andes. Las cumbres mas altas de esta cordillera, tales como el Mercedario, el Aconcagua el Tupungato, los grupos volcánicos del Descabezado, del Maule y del Chillan, son siempre el punto de partida de las tempestades. Entónces, se ve parada, desde por la mañana, una nubecilla encima de la parte mas elevada, que va aumentando rápidamente de volúmen y se trasforma en breve en un espeso cúmulus cuya base se extiende y baja poco á poco envolviendo sucesivamente las cumbres, los cuellos y por último los altos valles; sin embargo, hasta la tarde no se desploman ni se deja oir el trueno. Estas tempestades de los Andes van siempre acompañadas de un formidable séquito

de fenómenos eléctricos: los relámpagos se cruzan en todo sentido, cada peñasco es el sitio de una descarga eléctrica, y si bien llueve rara vez en aquellas alturas, la nieve y el granizo se remolinean arrastrados por violentas ráfagas que los levantan del suelo ó los precipitan contra los peñascos. El estrépito del trueno es ménos intenso que en la llanura, pero las detonaciones son tan numerosas que forman un redoble continuo que solo cesa con la tempestad. Cada grano de granizo, cada copo de nieve está cargado de electricidad, pues solo á esta causa puede atribuirse la notable fosforescencia que ofrecen cuando estalla de noche la tempestad. En las regiones situadas encima de 3000 metros, nunca cae granizo, como no sea muy menudo, pero nieva; á veces llueve, pero es raro y solo al principiar la tempestad. El viento que sopla del oeste durante la mayor parte del dia, se lleva á esas tempestades en una direccion opuesta; así es que esos huracanes de corta duracion estallan en el vertiente oriental de los Andes ó en las llanuras de las Pampas.

Al contrario, cuando las nubes tempestuosas deben extenderse sobre una gran superficie, se ve que se adelantan lentamente hácia el oeste, y miéntras se forman los cúmulus sobre las cumbres de los Andes, se ven algunas nubecillas paradas encima de los puntos elevados de la cordillera de la costa, nubes que en breve se convierten en cúmulus, que aumentando mas y mas acaban por reunirse en una sola masa. La parte inferior de esta masa nebulosa, forma una capa horizontal que se mantiene á una altura de 1500 á 2000 metros, se corre mas y mas hácia el este y acaba por reunirse á la de los Andes que se adelanta en sentido contrario; entónces es cuando estalla la tempestad. Las grandes tormentas de Chile duran á veces tres ó cuatro dias, pero solo durante las primeras horas es cuando se manifiestan las descargas eléctricas; estas son de una intensi-

dad muy notable, no siendo raro el ver los relámpagos atravesar todo el espacio comprendido entre los últimos contrafuertes de los Andes y las cumbres de la cordillera de la costa, lo cual representa una longitud de seis á ocho leguas. Entónces es tambien cuando caen las granizadas, pero este fenómeno es raro en Chile y no ha tenido lugar mas que dos veces durante un período de 23 años, es decir, en 1853, durante una tormenta que estalló en el valle de Aconcagua, y en el mes de Febrero de 1871, que granizó en muchos puntos de la provincia de Santiago. Lo que mas abunda son lluvias á torrentes que caen durante algunos dias, continuando la tempestad en los Andes y manteniéndose allí muchos dias, despues que ha cesado en los llanos. En fin, se ven surgir las montañas cubiertas de nieve y brillantes de blancura. Estas grandes tempestades que estallan durante el verano, son muy peligrosas para los viajeros que atraviesan los Andes y causan grandes pérdidas á la agricultura. El ganado que se halla sorprendido por una tormenta en los pastos elevados de los montes, queda cercado por las nieves y perece, muchas veces, de hambre y de frio. Tambien en los llanos suelen causar estragos considerables, sobre todo si estallan despues de la siega, porque la costumbre que se tiene allí de trillar los cereales en campo raso, es causa de que baste una sola lluvia de algunos dias para destruir gran parte de las cosechas.

PRESION ATMOSFÉRICA.

La presion atmosférica no experimenta, en Chile, variaciones considerables. En las provincias del sur es donde se observan las mayores diferencias y los cambios son allí frecuentes y adecuados á la variabilidad del clima. En la colonia de Punta-Arenas, situada á orillas del estrecho de

Magallanes, la variacion anual es de 40 milímetros; no es mas que de 29 milímetros á 30 milímetros en Puerto-Montt y Valdivia, y solo de 15 milímetros en la costa que se extiende al norte de Valparaiso. La presion media, en la orilla del mar, va aumentando hácia el sur hasta llegar bajo el grado 42 y disminuye luego hasta la extremidad del continente. Así, entre Coquimbo y Valparaiso, la presion es de 759 milímetros; en Valdivia y en Puerto-Montt, de 762; y en Punta-Arenas solo de 750. La variacion anual disminuye tambien rápidamente á medida que se aleja del mar, llegando á ser enteramente insensible á una altura de dos á tres mil metros. La variacion horaria, al contrario, se observa con gran regularidad; su amplitud está comprendida entre dos y tres milímetros; el barómetro sube regularmente, todas las mañanas hasta las nueve ó las diez, y baja, en seguida, hasta las cuatro de la tarde, llegando de nuevo á su máximum despues de un intervalo de cerca de seis horas. Las mayores variaciones irregulares se efectuan durante los meses de Junio, Julio y Agosto en la parte de Chile situada al norte del grado 36; en el sur de este paralelo las variaciones mas considerables se operan en Enero, Febrero y Marzo. Los vientos de oeste y de noroeste producen siempre un descenso de la columna barométrica, que sube, al contrario, con los vientos del sur y suroeste. Los del este, que son muy raros en Chile, producen igualmente un aumento de altura en la columna barométrica.

Ántes de terminar este estudio de los grandes movimientos de la atmósfera, debemos detenernos un instante para hablar de un fenómeno que se presenta con frecuencia en el norte de Chile; este fenómeno es el espejismo. Así como en los desiertos de África, se vislumbra, en Chile, lagos fantásticos en los cuales se reflejan las montañas y rocas que se elevan sobre el suelo : el viajero se figura estar

á orillas de una balsa de agua, que huye ante sus pasos á medida que se adelanta hácia ella. Para ver este fenómeno con toda su pureza, es preciso que sople el viento con cierta violencia. Sucede ordinariamente entre dos y cuatro de la tarde, cuando la brisa de oeste está en toda su intensidad. La temperatura del suelo, expuesta desde la mañana á los rayos del sol, se eleva entónces á mas de 50°, miéntras que la del aire se mantiene entre 24° y 28°; pero entre la superficie del suelo y las partes expuestas al viento, existe una capa delgada de aire, que retenido por las desigualdades del terreno, no participa del movimiento general. Esta capa toma sensiblemente la temperatura del suelo con que se halla en contacto; su densidad disminuye y queda casi reducida á $\frac{9}{10}$ de la del aire que está encima; refráctanse los rayos luminosos que atraviesan estas dos capas de densidad diferente, y los que caen bajo una débil inclinacion, se levantan como si estuviesen reflejados por una capa de agua. Durante los dias serenos cesa de observarse el espejismo, porque el aire que se calienta al contacto del suelo, se mezcla, entónces, al levantarse, con las capas superiores y no se tiene mas que un decrecimiento insensible de la densidad, en vez de dos capas francamente separadas.

En resúmen, se ve que Chile presenta una serie de climas, que pueden adaptarse á todas las organizaciones y á todo género de cultura. Exceptuando los productos de las regiones intertropicales, todas las demas clases de cultura prosperan enteramente. La region mediana, comprendida entre los grados 30° y 36, posee un clima que ofrece la mayor analogia con el de la parte del sur de la Italia : la viña, el olivo y el naranjo crecen perfectamente, cultivándose tambien varios vegetales de las regiones tropicales, tales como el anona-chirimoya, el lúcuma ó bobata, etc. Las brisas del sur-oeste que soplan durante los meses mas cálidos del año,

templan el calor del verano. La pendiente del suelo facilita el desagüe, y como no hay pantanos ni aguas estancadas que produzcan exhalaciones miasmáticas, son enteramente desconocidas las enfermedades endémicas. Este renuevo incesante del aire y la elevacion del suelo ha preservado á Chile de las epidemias que han asolado las demas partes del mundo. El cólera, la fievre amarilla, las calenturas intermitentes y perniciosas, son allí enfermedades desconocidas, y las únicas que se pueden atribuir al clima son las que resultan de la insolacion en los meses de Diciembre y Enero, porque entónces los rayos del sol atraviesan una atmósfera desprovista de vapores y obran con mucha energia. No es raro ver los objetos que tienen un color sombrio, como el hierro y ciertas rocas, llegar á una temperatura de 60° bajo la accion directa de los rayos solares, siendo á esta causa á que deben atribuirse las fievres cerebrales y tifoidas que son tan frecuentes durante el verano. Por lo que toca al invierno, es, sin comparacion, mucho mas templado que el de las regiones mas favorecidas de Europa.

En la region comprendida entre los grados 36 y 42, es mas húmedo el clima, pero de una notable salubridad. Ciertas partes, tales como la provincia de Valdivia y de Llanquihue, recuerdan el clima de Holanda, por sus grandes lagos y sus numerosas corrientes de agua, con la diferencia de que los inviernos son mas templados en dichas provincias, que son por excelencia la region de los pastos; la viña cesa allí de producir, el trigo crece solo en algunos parajes, pero es principalmente la region de las selvas y de grandes prados. Crecen tambien admirablemente las legumbres, verdes y los árboles frutales de las regiones templadas.

Las tierras magallánicas son tambien notables por la salubridad del clima, pero las producciones del suelo son mucho mas limitadas; los árboles frutales y los cereales cesan allí

de prosperar, y los pastos y cria del ganado serán el principal recurso, en aquellas regiones, para los pueblos que vayan á establecerse en ellas.

La region situada al norte del grado 30, es la ménos favorecida bajo el punto de vista del clima y productos del suelo; este no puede cultivarse mas que en las cercanías de los rios, donde las acequias de riego suplen á la falta de lluvias; en los demas parajes la tierra es inculta y casi desprovista de vegetacion. Las aguas son escasas y de mala calidad, siendo, en una palabra, la parte ménos sana de Chile : así es que la poblacion está muy clara y concentrada en un corto número de puntos donde la riqueza mineral suple á la falta de cultura.

En las regiones del sur es, por consiguiente, donde está llamada á extenderse la poblacion de Chile; hallará allí un clima excelente, tierras vírgenes y aguas en abundancia, es decir, todos los elementos necesarios para la vida y desarrollo de las naciones.

HIDROGRAFIA.

Todas las corrientes de agua de Chile, nacen á corta distancia de la costa; tienen por límite la cima de los Andes y su régimen, por consiguiente, se balla subordinado á las condiciones climatéricas de las regiones que recorren. Casi nulas en la parte que se extiende al norte del grado 28, se vuelven torrentes entre los grados 30 y 35, pero en el sur adquieren el volúmen y curso pacífico de los grandes rios. Entre los grados 24 y 28, los pequeños riachuelos que forman las nieves de los Andes, no llegan hasta el mar. La mayor parte del agua se pierde por evaporacion y el resto se infiltra en el suelo y reaparece de trecho en trecho bajo la forma de pequeños manantiales, cuya agua está ordinariamente cargada de materias salinas que la hacen impropia para los usos de la vida. El rio del Huasco es el primero cuya cantidad de agua sea bastante considerable para que, despues de deducir la que se evapora é infiltra, quede una corta cantidad para ir á desaguar en el mar. Todos los rios comprendidos en la segunda region, están sometidos á dos crecidas anuales: la primera, bastante irregular, corresponde á la estacion de las lluvias; la segunda es la consecuencia del derretimiento de las nieves y corresponde á los meses de Noviembre y Diciembre. Entónces es cuando las nieves acumuladas durante el invierno, se derriten con rapidez, se deslizan, en grandes masas, por los flancos de las montañas arrastrando consigo las tierras y peñascos que hallan á su paso y se precipitan de este modo al álveo de los torrentes; así es que

cuando desembocan estas aguas por el valle longitudiná, están siempre turbias y deponen gran cantidad de lodo que, para las llanuras de Chile, es lo mismo que el del Nilo para las tierras del bajo Egipto. Estas crecidas duran muchos meses porque las nieves se derriten sucesivamente al acercarse mas y mas el límite donde están permanentes: los rios crecen por grados desde el mes de Noviembre y llegan á su mayor grado á fines de Diciembre. Corren por un terreno sumamente inclinado, de modo que se precipitan con violencia llevando hasta el mar gran parte de las tierras que arrastran consigo. Entónces es cuando el agricultor las recoje en sus acequías de riego y las derrama por sus tierras, cuya fertilidad mantienen. Desde principios de Enero empiezan á disminuir las aguas, sin dejar por eso de estar turbias; en Febrero llegan á su mínimum, pero no recobran su claridad hasta mediados de Marzo, época en que empiezan las heladas en la montaña y suspenden la fundicion de las nieves.

En los rios situados en el sur del grado 35, es poco sensible la crecida estival. El agua que proviene del derretimiento de las primeras nieves, se infiltra lentamente en el suelo de las selvas que cubren esta parte de los Andes y se despojan allí de las materias terreas que pudieran llevar consigo; así es que estos rios conservan su trasparencia durante todo el buen tiempo. Como las lluvias son mas raras en esta época que durante el invierno, el agua de las nieves compensa, en un principio, esta diferencia, pero desde Enero disminuye gradualmente su volúmen hasta las primeras lluvias que ordinariamente sobrevienen en Marzo. Las grandes crecidas de invierno tienen lugar durante los meses de Junio y Julio; los rios, entónces, corren turbios y salen de madre con frecuencia, pero por grandes que sean estas crecidas, la cantidad de lodo que arrastran consigo, es sin

comparacion mucho menor que la que llevan las aguas impetuosas de la region del Norte.

Contiene Chile dos órdenes de cuencas ú hoyas hidrográficas : las grandes hoyas que se extienden desde el mar hasta la cordillera de los Andes, y las menores que reunen las aguas procedentes del vertiente occidental de la cordillera marítima. Las grandes hoyas conocidas hasta hoy dia, es decir, las que están comprendidas entre los grados 27 y 42 de latitud sur, son en número de diez y siete. En toda la parte que se extiende al sur de esta última paralela, no puede haber mas que rios de poca importancia, en el oeste de los Andes, porque el mar baña el pié de esta cordillera y debe recibir los torrentes que bajan de ella, ántes que puedan reunirse para formar grandes corrientes de agua; solo al este, en las tierras inexploradas de Patagonia, es donde deben existir los grandes rios.

HOYA DEL COPIAPO.

La primera hoya que se halla cuando se va del norte hácia el sur, es la del rio de Copiapo. Está cercada, al norte, por la cordillera trasversal que se extiende de la meseta de Tres-Puntas al cerro de Azufre; al este por la parte de los Andes comprendida entre esta montaña y el cerro del Potro, y al sur por la gran ramificacion que se desprende del cerro del Potro para formar las montañas del Huasco-alto, la de Manflas, del cerro Blanco y en fin la cordillera que pasa por los Frailes, Chañarcillo y Ojanco. Aunque la extension de esta hoya es considerable, pues ocupa una superficie de mas de 10540 kilómetros cuadrados, es tan escasa la cantidad de agua que suministra, que la evaporacion la consume enteramente. Cerca de Junta el volúmen de agua de la corriente principal formada por los rios de Jorquera, de Pulido y de Manflas, es un rio pequeño y á medida que se baja

al valle, se le ve disminuir mas y mas, de modo que cerca de Copiapo se reduce á un simple riachuelo y á algunas leguas de allí, en Monte-amargo, no queda mas que un débil chorro de agua que va á perderse en breve en las arenas de la llanura. Los tres afluentes que se reunen en Junta para formar el rio de Copiapo, están alimentados únicamente por las nieves de los Andes. El mas largo de estos, el rio de Jorquera, toma su orígen en las praderas pantanosas que se extienden al sur del cerro de Azufre y desde allí corre casi directamente hácia el sur-sur-oeste, recibiendo en su orilla izquierda tres afluentes, uno que sale del pequeño lago de Monardo y lleva el mismo nombre, otro es el rio Turbio que nace de las montañas de Barrancas blancas, y el tercero es el rio Cachitos que baja de las montañas de Peña-negra. Este último, que es el mas importante, se junta con el rio Turbio un poco ántes de echarse en el Jorquera.

El rio de Pulido está formado por cuatro corrientes de agua que van á reunirse cerca del punto llamado Iglesia colorada y tienen los nombres de Ramada, Ramadilla, Potro y Montosa. El rio de la Ramada viene casi directamente del este, donde tiene su nacimiento en las montañas situadas al sur de la Peña-negra; el rio de Ramadilla, que se junta con él á corta distancia de su nacimiento, procede del sureste. El rio del Potro está formado por los torrentes que alimentan las nieves de la montaña que lleva su nombre, corre directamente hácia el norte y se junta con el rio de la Ramada un poco mas arriba de Iglesia-colorada; enfin, el rio de Montosa parte del vertiente oeste del cerro del Potro, donde toma su nacimiento en un pequeño lago.

El rio de Manflas parte directamente del sur, nace en la ramificacion que se extiende al oeste del cerro del Potro y no recibe ningun afluente notable.

La inclinacion del suelo sobre el cual tiene su carrera el

rio de Copiapo, aumenta rápidamente al acercarse de la cordillera de los Andes; entre Monte-amargo y Pabellon, es de 2 por 1000; entre Pabellon y Junta de 16 por 1000, y enseguida va aumentando mas y mas.

HOYA DEL HUASCO.

La hoya del Huasco está cercada, al norte, por las montañas de Pulido y de Manflas; al este, por la parte de los Andes comprendida entre el cerro del Potro y la cordillera de Doña Anna y al sur por la rama que se desprende de estas últimas montañas para dirijirse al Alto de Peralta y al cerro de Pajonal. Su superficie es de unos 10510 kilómetros cuadrados. Lo raro de las lluvias hace que no tenga mas rios que los que están alimentados por las nieves de los Andes, pero, sin embargo, la corriente de agua principal llega hasta el mar donde desemboca algo al norte del puerto del Huasco.

Cerca del pueblecito de Junta, el rio del Huasco se divide en dos ramas principales que toman el nombre de rio del Tránsito y rio del Cármen. El primero tiene su nacimiento en el vertiente sur del cerro del Potro, saliendo de un lago que reune los torrentes que bajan de esta montaña. Despues de haber recibido un torrente que sale tambien de un lago, corre hácia el sur-sur-oeste hasta encontrar otro afluente que se llama rio de Chollai y viene casi directamente del sur : entónces gira hácia el noroeste y luego despues al oeste, hasta Junta, donde se junta con el rio del Cármen. Este parte directamente del sur y se forma por la reunion de muchas corrientes de agua que unas nacen en la cordillera de los Andes y otras en la cresta trasversal que forma la cordillera de Doña Anna. Los primeros forman, con su reunion, el rio Potrerillo : los que vienen de la cordillera de Doña Anna son el rio Polinario, el rio del Medio y el rio Primero. El mas im-

portante de los tres es el rio Polinario que tiene su orígen en el punto donde la cordillera de Doña Anna viene á adherirse á la línea principal de los Andes : desde allí se dirije hácia el noroeste y recibe sucesivamente el rio del Medio y el rio Primero que tienen su orígen en el mismo macizo de montañas.

Partiendo de Junta, toma el rio del Huasco la direccion oeste-noroeste, recibe aun cerca de las Tres-Cruces un arroyo llamado Agua-fria, que nace en el vertiente norte del Alto de Peralta y continúa luego su curso inclinándose un poco hácia el oeste.

El rio del Huasco corre en una estrecha quebrada dominada por altas montañas y solo desde Ballenar es cuando se ensancha su álveo y corre entónces hasta el mar, en medio de un pequeño valle muy fértil donde están situadas las villas de Freirina y de Huasco-bajo. Aunque la parte superior carezca casi enteramente de superficies planas, sus márgenes están cultivadas hasta una altura de mas de 1,200 metros y producen las uvas mas estimadas en Chile.

Como todos los rios que corren casi directamente hácia el oeste, el rio del Huasco tiene un declive muy rápido. Desde su embocadero hasta Freirina, el declive medio es de 4,5 por 1000. Entre Freirina y Ballenar, de 8 por 1000, y de Ballenar á Punta-negra, de 8,6 por 1000.

HOYA DEL COQUIMBO.

El rio de Coquimbo reune las aguas de una hoya mas pequeña que la del Huasco, pues su superficie no es mas que de 7000 kilómetros cuadrados; sin embargo, el volúmen de agua que contiene es mas considerable, porque las lluvias no son tan raras como en el Huasco. Esta hoya se extiende del norte al sur desde la cordillera de Doña Anna

hasta la de Doña Rosa, es decir, desde los grados 29, 30′ hasta 30, 30′, limitado al norte por la cordillera de Doña Anna, el Alto de Peralta, la línea anticlinal que se extiende desde esta última montaña al cerro del Potrero alto, y enfin por la parte de la cordillera marítima que comprende las montañas de Salapora, Cerro-blanco y el Brillador. En el sur tiene por límite la cordillera de Doña Rosa, luego la que se desprende hácia el noroeste hasta el cerro de Uchumi, y enfin, las montañas de las Arenas, el Cinchado y la ramificacion que se extiende desde Andacollo hasta la Serena. El rio de Coquimbo está formado por dos grandes afluentes que van á reunirse cerca de Rivadavia; estos afluentes son el rio Claro y el rio Turbio, de los cuales el último es el mas importante y se divide, al penetrar en la cordillera de los Andes, en un gran número de ramificaciones. Las que parten del norte y tienen su orígen en la cordillera de Doña Anna, son el rio de Guanta, el rio Tito, el rio de Ualata, el rio de los Piuquenes y el rio de los Baños. En el sur se encuentra primeramente el rio Ingahua, luego el rio de la Laguna que debe su nombre al lago de donde sale y está situado cerca de la línea anticlinal.

El rio Claro parte casi directamente del sur, donde corre por el valle de Monte-grande: cerca de este lugar se divide en dos brazos, uno de los cuales lleva el nombre de rio Cocheguan y nace á unos veinte kilómetros al oeste del lago precedente.

La inclinacion del álveo de este rio es considerable, aun á corta distancia del mar. Entre el sitio de su desagüe y la ciudad de Vicuña, el declive medio es 12 por 1000; entre esta ciudad y Guanta, de 15 por 1000; enfin, entre Guanta y los Baños del Toro, de 56 por 1000.

Aunque el álveo de este rio está casi siempre muy encajonado, pueden utilizarse sus aguas para el riego de las lla-

nuras que lo dominan : su rápido declive permite llevar el agua á esas llanuras sin que sea necesario tomarla á una gran distancia. Desde Guanta se empieza ya á ver cultivos, y estos se extienden desde allí, sobre los bordes del valle, hasta cerca del mar.

HOYA DEL LIMARI.

La hoya del rio Limari está cerrada, al norte, por la cordillera trasversal que va del cerro de Uchumi hasta el cerro Blanco, y por la ramificacion que se extiende desde este á la montaña de Tamaya. En la parte del este tiene por límite la cordillera de los Andes, desde la cordillera de Uchumi hasta el boquete de Calderon situado bajo los grados 31, 16′ : sus límites, al sur, son las montañas del Cenicero, de Curimavia, del Alcaparrosa y la línea anticlinal que va del cerro de Pama al pico de Punitaqui : la superficie que abraza es de 12270 kilómetros cuadrados. La principal corriente de agua toma, en un principio, el nombre de rio Limari desde su desembocadero hasta la ciudad de Ovalle; luego el de rio Grande hasta la cordillera de los Andes, donde tiene su orígen en las montañas del Cenicero bajo los grados 31, 18′. Este rio recibe varios grandes afluentes, siendo el primero que se encuentra el rio Turbio, que toma el nombre de rio Grande despues de juntarse con este : la parte situada superiormente lleva el nombre de rio Tascadero. El rio Turbio tiene igualmente su orígen en las montañas del Cenicero, y despues de haber corrido casi directamente al norte en una distancia de 17 kilómetros, gira bruscamente al este y va á echarse en el Tascadero á los 31 grados. Un poco mas abajo de la ciudad de Caren, recibe aun el rio Grande, por el mismo lado, el rio de San Miguel que viene casi directamente del este y tiene su orígen cerca

de la línea anticlinal de los Andes, bajo el grado 30, 58′. Este rio recibe un afluente bastante considerable llamado el Agua-amarilla, que tiene su orígen en el boquete de Valle-hermoso, se dirije primeramente hácia el oeste y luego al suroeste hasta el dominio de San Miguel.

Cerca del lugar de Junta, y siempre en la márgen derecha, el rio Grande recibe aun el Rapel, rio bastante importante, que viene directamente del este donde nace en el boquete del Viento, bajo el grado 30, 48′. Los afluentes del rio Rapel no son numerosos, y el único que tiene alguna importancia es el rio Paloma, que nace en la cordillere de Doña Rosa.

Enfin, muy cerca de Ovalle, el rio Grande recibe aun el rio Hurtado en la márgen derecha. Este rio tiene su orígen cerca del límite norte de la hoya, en el vertiente septentrional de la cordillera de Doña Rosa : al principio corre hácia el noroeste hasta cerca del lugar de Hurtado donde hace un recodo para seguir la direccion del suroeste hasta Ovalle. El rio Hurtado no recibe ningun afluente notable, pues casi todos son torrentes que se secan durante el verano.

Casi todos los rios que forman el Limari parten del norte ó del este; los afluentes de la márgen izquierda son poco numerosos y su cantidad de agua es muy escasa, siendo los únicos que merecen citarse, el rio de Torca y el rio de Huatulame : el rio de Torca tiene su orígen un poco hácia el oeste del Cenicero, corre al norte y va á echarse en el rio Grande algo mas arriba del pueblecito que lleva su nombre. El rio de Huatulame parte igualmente del sur, recibe bajo el grado 31, 5′ el rio de Cogoti y luego algo mas arriba el de Combarbala; estos dos rios tienen su orígen en el vertiente norte de las montañas de Curimavia. Enfin, un riachuelo que nace en las montañas de Pama, se dirije hácia el norte y va á reunirse al rio de Combarbala.

El rio Limari presenta el primer ejemplo de los rios que están sometidos á crecidas periódicas. Las crecidas estivales, sobretodo, son muy notables y causan muchas veces grandes danos principalmente cerca de la confluencia de los demas rios, donde estando ménos encajonadas las aguas se derraman por los cultivos.

El declive del Limari es uno de los mayores que presentan los rios de Chile, pues es de 4 por 1000 entre el mar y Ovalle, de 16 por 1000 entre Ovalle y la ciudad de Rapel, y de 66 por 1000 entre Rapel y el pié de la montaña donde este rio tiene su orígen. Si en vez de seguir el declive del rio que parte directamente del este, se considera el del rio Grande, se encuentra aun un declive muy considerable, declive que es de 19 por 1000 entre Ovalle y Caren, de 20 por 1000 entre Caren y el rio Grande y aumenta en seguida rápidamente sin que llegue por eso á una proporcion tan grande como para el rio Rápel.

En la hoya del rio Limari, notable por su fertilidad, es donde se hallan las mejores haciendas de la provincia de Coquimbo : los valles no están allí tan estrechados como en las hoyas del norte y la abundancia de las aguas permite regar superficies mucho mas extensas. Los cultivos empiezan en el interior mismo de la cordillera de los Andes, en alturas de 1000 á 1200 metros y desde allí se extienden hasta la orilla del mar.

HOYA DEL CHOAPA.

La grande línea anticlinal que forma el límite sur de la hoya del Limari, establece igualmente una notable separacion entre los climas de Chile. En el sur de esta línea son mas frecuentes las lluvias ; y las grandes corrientes de agua están allí sujetas á las crecidas regulares de que hemos ha-

blado al principio de este capítulo. Partiendo de esta línea es tambien cuando se empiezan á hallar los rios que tienen su orígen en la cordillera marítima. La hoya del Choapa es, pues, la primera que ofrece corrientes de agua sujetas á un régimen regular. Esta hoya está cerrada, al norte, por la gran línea que acabamos de citar, la cual, aquí, se prolonga hasta el mar. Al este, su límite sigue la cima de los Andes, desde el Cenicero hasta el cerro del Nacimiento, extendiéndose así desde el grado 31, 18′ hasta el 32, 14′: en fin, al sur, está limitada por la línea anticlinal que parte del cerro del Nacimiento, pasa por el Chamuscado, la cuesta de Pedernales, las montañas de Tilama y de las Vacas, prolongándose desde allí hasta la costa. La superficie de esta cuenca es de 9567 kilómetros cuadrados.

El rio de Choapa, que reune las aguas de esta hoya, desemboca en el mar bajo el grado 31, 37′ algo mas abajo de la eiudad de Mincha; desde allí sube hácia el este, un poco al sur, hasta su reunion con el rio de Leyva; y luego directamente al este hasta el pié del alta montaña del Mercedario donde tiene su orígen. Este rio, en la parte superior de su curso, lleva el nombre de rio del Potrero largo, y solo despues de su reunion con el Leyva es cuando toma el de Choapa. Recibe en ambas márgenes numerosos afluentes, siendo los de la derecha el rio del Tótorral, que parte del noreste y sale de un lago donde se reunen las aguas que bajan de esta parte de los Andes: dos riachuelos, que llevan los nombres de Gonzales y del Manzano, proceden de una ramificacion que se desprende de los Andes á unos veinte kilómetros del Mercedario: el rio de Chalinga, rio bastante considerable que tiene su orígen bajo los grados 31, 40′ y se dirije al oeste hasta la ciudad de Chalinga, cerca de la cual se junta con el Choapa: el rio Illapel que pasa por la ciudad de este nombre y tiene su orígen en la Vega negra, cerca

de las montañas del Cenicero. Este rio recibe en su parte superior gran número de pequeños afluentes cuyos principales son el rio Negro y el rio de las Tres-Quebradas, que vienen del este : el rio de Caren que viene del sureste, y en fin cerca de Illapel recibe el rio de los Hornos que corre directamente al sur y se forma en las montañas de Alcaparroza y de Pama. El último afluente de la márgen derecha del Choapa es el rio de Mincha que se forma, en la cordillera marítima, por la reunion de dos riachuelos que se llaman Estero de la Canela y Agua-fria.

Los afluentes de la márgen izquierda son mas numerosos, pero mucho ménos importantes, pues, exceptuando el rio Leyva, todos los demas son riachuelos. Ántes que se junte el Choapa con el Leyva, recibe el pequeño rio de las Vegas, que nace en la base del cerro de Molina. En cuanto al Leyva, tiene su orígen cerca de la misma montaña, dirijiéndose en un principio al oeste, luego al norte-noroeste y va á reunirse un poco mas arriba del rio del Tótorral. El Choapa recibe despues el Tincadan, el Quelen y el rio de Camisas, pequeños rios que nacen de una ramificacion de los Andes que se desprende del cerro del Nacimiento y se dirije hácia el oeste-noroeste. En fin, ántes de echarse en el mar, recibe aun el Choapa, por el mismo lado, el arroyo de Millagüe, que tiene su orígen en las montañas de las Vacas y de Cazuto, las cuales forman parte de la cordillera marítima.

Como el Choapa se dirije casi directamente del este al oeste, tiene una corriente muy rápida. Su declive medio, desde el mar hasta la confluencia del rio Illapel, es de 13 por 1000 : entre esta confluencia y el del Chalinga, es algo menor pues solo tiene 10 por 1000, pero mas arriba de este último rio, se vuelve un torrente.

El Choapa y sus principales afluentes, riegan valles muy

fértiles pero de poca anchura, de modo que solo una escasa parte de sus aguas puede utilizarse para el riego. Sus crecidas son considerables, pero poco peligrosas porque el álveo de este rio está siempre profundamente encajonado.

HOYA DEL ACONCAGUA.

La hoya del Aconcagua sucede á la del Choapa y es mucho ménos extensa, pues su superficie no es mas que de 7403 kilómetros cuadrados, por la razon de que en esta parte de Chile la cordillera marítima se adelanta mucho hácia el este y estrecha el espacio que corresponde al valle longitudinal. Esta hoya reune las aguas del espacio comprendido entre la ramificacion que parte del Cerro de Molina, pasando por el Cerro del Cuzco, la cuesta de la Jarilla, la de los Ángeles y el Alto de Putaendo, la línea anticlinal de los Andes desde el cerro de Molina hasta el Juncal y la ramificacion que se desprende de esta última montaña, y formael cordon de Chacabuco, las montañas de Pichiculon y de Quillota.

El curso principal es el rio de Aconcagua que sale del lago del Inca situado cerca del boquete de Uspallata á una altura de 2961 metros. Desde allí se dirije al oeste y un poco al norte hasta San Felipe; dá luego la vuelta á las montañas de Ocoa y de la Calera, pasa un poco al norte de Quillota y se echa en el mar bajo el grado 32, 54′.

Este rio recibe algunos grandes afluentes: en primer lugar el Juncal que tiene su orígen en la montaña de este nombre y se junta con él un poco mas abajo del lago del Inca; luego al rio Blanco que tiene su orígen en las montañas de la Deheza y el rio de las Hualtatas. El riachuelo de Pocuro que nace en las montañas de Santa Rosa va á echarse en él, enfrente de San Felipe: en fin, á corta distancia del mar, recibe el pequeño rio de Limachi que á su vez recibe

las aguas del vertiente occidental de la cordillera marítima, desde las montañas del Alvarado hasta las de Yuyú.

Los afluentes de la márgen derecha son mucho mas importantes. El primero que se observa es el rio Colorado que se le reune á unos 18 kilómetros mas allá de la ciudad de Santa Rosa. Este rio que debe su nombre al lodo colorado que arrastra en sus crecidas, sube en un principio casi directamente hácia el norte, se divide despues en dos brazos que toman el nombre de rio de la Gloria y de rio de Aliste; este último sube hácia el noreste, punto en que está alimentado por las nieves del cerro de la Laguna; en cuanto al rio de la Gloria sube hácia el norte y tiene su orígen en el vertiente sur de una cresta trasversal que va á unirse á la montaña de Aconcagua.

El segundo afluente de la márgen derecha es el rio de Putaendo, cuya confluencia está situada un poco mas arriba de San Felipe. Este rio sube primero directamente hácia el norte y hasta el dominio de Gabriel Vicuña; luego se dirije al noreste, volviendo otra vez al este, desde el Cajon de Videla hasta los Tambillos donde se divide en dos brazos, de los cuales el uno nace en el lado sur del cerro de Molina y el otro en las montañas llamadas Potrero alto. El rio Colorado recibe dos pequeños afluentes, el torrente de Videla, que viene del boquete de los Piuquenes, y otro torrente que baja del cerro del Cuzco y va á juntarse con el Colorado cerca del sitio de la Aduana. En fin, el Aconcagua recibe aun, por el mismo lado, los dos pequeños rios de Catemu y de Purutun, los cuales nacen en la Cordillera marítima.

La rapidez del rio Aconcagua va en aumento desde el mar hasta la region de los Andes: entre su desembocadero y Quillota, el declive medio es solo de 4 por 1000; entre Quillota y San Felipe se eleva á 7 por 1000; entre San Felipe y Santa Rosa á 12 por 1000; desde Santa Rosa á

la confluencia del rio Colorado á 21 por 1000, y entre esta confluencia y el del Juncal llega á 52 por 1000. Estos guarismos pueden dar una idea de lo que crecen los declives en los valles de Chile.

Aunque el rio de Aconcagua tiene un caudal de agua considerable, toda se emplea, en el verano, para el riego. Los ricos valles de Santa Rosa y San Felipe, absorben la mayor parte, y no es nada raro ver el álveo del rio enteramente seco, en el mes de Febrero, porque se saca de él toda el agua para las acequías. Despues de haberse infiltrado en el suelo, reaparecen las aguas hácia la parte inferior del valle, y aunque no reciba ningun afluente mas allá de Quillota, el volúmen de sus aguas va siempre en aumento hasta el mar.

HOYA DEL MAIPO.

El rio de Maipo que reune las aguas de esta hoya, riega las ricas llanuras de Santiago y va á desaguar en el mar, un poco al sur del puerto de San Antonio bajo el grado 33, 37′. Está principalmente alimentado por las nieves de la parte de los Andes que se extiende desde el cerro del Juncal hasta las cordilleras de la Compañía. La ramificacion que se desprende del Juncal para formar el cordon de Chacabuco, las montañas de los Coliguay, de Marga-marga, de Zapata, de Puangue y de San Diego, forman el límite norte de esta hoya que está cerrada, al sur, por otra ramificacion que parte del cerro de la Paloma, se dirije hácia la Angostura de Paine, pasa por las montañas de Aculeo y de Tantehue y va á perderse en las mesetas de Bucalemu. La superficie de esta hoya es de 13150 kilómetros cuadrados.

El Maipo tiene su orígen al pié de un cono volcánico, situado en la cima de los Andes bajo el grado 33, 54′. Al lado opuesto de este cono nace tambien el rio Diamante

que atraviesa las Pampas y va á desaguar en el Atlántico. El Maipo se dirije primero al oeste y luego directamente al norte hasta su confluencia con el rio del Yeso : toma despues la direccion del noroeste hasta el dominio de Pilque y se inclina luego un poco hácia el suroeste hasta el lugar de Valdivia, desde donde continúa en su curso hácia el oeste : en fin, cerca de Concúmen corre de nuevo hácia el noroeste, hasta el mar. El espacio recorrido así, por este rio, es de 198 kilómetros. Su declive experimenta notables modificaciones ; en efecto, desde su nacimiento hasta el rio de la Cruz-de-piedra, el Maipo no es mas que un torrente que se precipita de peñasco en peñasco. Desde la confluencia de la Cruz-de-piedra hasta el rio Blanco, su declive es aun muy rápido y de 38 por 1000, aumenta aun y se eleva, termino medio, hasta 41 por 1000 hasta la confluencia del rio del Yeso. Luego decrece rápidamente y no es mas que de 23 por 1000 entre el Yeso y San José ; de 13 por 1000 entre San José y el puente de los Morros ; de 7 por 1000 entre este puente y Concúmen, y enfin de 1,5 por 1000 de Concúmen hasta el mar. Difícilmente se puede formar una idea de lo que son las grandes crecidas en unos declives tan rápidos. El agua, con estruendo espantoso, arrastra enormes pedruscos de un tamaño de mas de 100 metros cubos y los trasporta hasta la entrada de la llanura. La fuerza del choque les hace saltar, á veces, por encima del agua, y cuando se ha acabado la crecida, no es raro el ver en el álveo del rio, muchos de estos pedruscos unos encima de otros.

El Maipo recibe gran número de afluentes, siendo los mas importantes los de la márgen derecha. En primer lugar recibe el rio Negro, bastante pequeño, que tiene su orígen entre los conos volcánicos del Maipo, y luego el rio del Volcan que viene directamente del este y nace en el vertiente occidental

de las mismas montañas : recibe en seguida el rio del Yeso, uno de cuyos brazos nace en el vertiente norte de los volcanes de Maipo y el otro en el vertiente suroeste del Tupungato. Estos dos brazos se reunen en el valle de los Piuquenes, atraviesan el lago de este nombre y se precipitan en cascada por una estrecha cortadura, hasta el Maipo, con el cual se reunen algo mas abajo del rio del Volcan. Á algunos kilómetros mas abajo de San José, recibe el Maipo aun el rio Colorado ; este se forma de los torrentes que bajan del Tupungato y del Juncal, corre en una estrecha quebrada dominada por altas montañas, y como el Colorado del Aconcagua debe su nombre al color del lodo que arrastra. Enfin, el rio Mapocho va tambien á echarse en él cerca de San Francisco del Monte. Sin ser muy caudaloso, tiene este rio un curso muy extenso : nace en el noreste de Santiago, en las montañas de las Condes y ántes de llegar á esta ciudad, recibe dos pequeños afluentes, el rio del Cepo, que viene del sur y el riachuelo de la Deheza. Mas abajo de Santiago, en Pudahuel, recibe el rio de Lampa, que se forma tambien de tres riachuelos que se llaman rio de Colina, rio de Chacabuco y rio de Tíltil. El primero tiene su orígen en las cordilleras de Peldehue y se dirije hácia el oeste ; el segundo nace en el vertiente norte de las mismas montañas, corre primeramente al norte, luego al oeste y al sur y va á reunirse con el rio de Tíltil cerca de Polpaico. Este último proviene del cordon de Chacabuco y de las montañas de Caleu. Tales son los afluentes que la region de los Andes tributa á la márgen derecha del Maipo : este recibe aun otro rio que procede de la cordillera marítima, llamado el estero de Puanque ; tiene su orígen en las montañas del Coliguay, pasa por Caren, Curacavi, y despues de haber doblado la punta formada por las montañas de la Merced y de Ovalle, sigue la base de las montañas de Puanque y

se echa en el Maipo mas abajo de las habitaciones de la Junta.

Los afluentes de la orilla izquierda son, en primer lugar, el rio de la Cruz-de-piedra, el rio Barroso y el rio Blanco, que nacen los tres en el vertiente norte del cerro de la Paloma : los dos últimos deben su nombre á la arcilla que tienen en suspension, procedente de las capas margosas que atraviesan. Á unos ocho kilómetros mas arriba del rio Blanco, recibe todavía el Maipo el rio Claro, que tiene su orígen en las montañas de la Compañía; luego el arroyo de Tollo, el de Pilque y por último el rio de Paine que se junta con él cerca del pueblo de Valdivia. Este último rio, en un tiempo mas remoto, debia echarse en el Cachapual, pues nace fuera de los límites naturales de la hoya y es probable que los terremonteros le hayan hecho retroceder hácia el boquete de la Angostura donde se ha abierto paso. Estos cambios en los cursos de los rios, son bastante frecuentes en Chile, pues la enorme cantidad de materias que arrastran consigo en sus crecidas, elevan el álveo : este llega, en breve, á tener un nivel superior al de la llanura y el rio acaba por derramarse en ella. Enfin, á estos cambios sucesivos en los álveos de los rios, es á lo que debe atribuirse el orígen de esas capas de guijarros rodados que ocupan las partes bajas del valle longitudinal.

Ya se ha visto en el capítulo precedente que la cantidad de agua que cae anualmente en Santiago es de 419 milímetros : admitiendo que esta cantidad sea la misma en toda la extension de la hoya de Maipo, el volúmen correspondiente resultaria ser de 5447000000 metros cubos; tal seria, pues, la cantidad de agua que el Maipo llevaria anualmente al mar, si no se perdiese una gran parte en la evaporacion. Esta cantidad corresponde á 625000 metros cubos por hora, pero la mayor parte de esta agua se pierde para los riegos; a

que se utiliza durante el verano procede casi exclusivamente del derretimiento de las nieves de los Andes y puede evaluarse casi á 1/6 de la cantidad total. Es todavía mas de 100000 metros cubos por hora, y puede decirse que casi toda esta cantidad se emplea en el llano de Santiago, pues la que corre por el álveo del rio no es mas que una débil parte de ella.

HOYA DEL RAPEL.

La hoya del Rapel se extiende entre los grados 33, 54′ y 35. Está cerrada, al norte, por la cordillera trasversal que se desprende de las cordilleras de la Compañía y se dirije hácia la Angostura de Paine, luego por las montañas de Aculeo y de Tantehue, y enfin, por una ramificacion de estas que baja hácia el sur hasta el dominio de San-Vicente. Al este tiene por límite la cima de los Andes desde los grados 34, 5′ hasta el grado 35 : enfin, al sur, está cerrada pora una ramificacion de los Andes, que parte del grado 35 y se extiende hasta las montañas de Huelmu, luego por la línea anticlinal de los cerrillos de Teno, que pasa por Santa-Cruz, Pumanque, San Miguel é Hidango. La superficie de esta hoya es de 16430 kilómetros cuadrados.

El rio Rapel que reune las aguas de esta hoya, desemboca en el mar bajo los grados 33, 54′ subiendo desde allí hácia el sureste hasta el pueblo de Llallauquen donde se divide en dos grandes brazos, el Cachapual y el Tinguiririca. El Cachapual tiene su orígen en las mismas montañas que el Maipo llevando en un principio el nombre de rio de las Vegas y no toma el de Cachapual sino despues de su reunion con el rio de las Leñas. Despues de haber corrido al suroeste hasta este punto, toma en seguida la direccion del noroeste y se ladea mas y mas hácia el oeste hasta que

llega enfrente de Rancagua; despues se ladea de nuevo hácia el sur, describiendo así una gran curva que acaba en la punta de Peumo. Toma en seguida la direccion del noroeste que continua siguiendo hasta que se junta con el Tinguiririca.

El Cachapual recibe muchos afluentes, siendo los de la márgen izquierda los mas numerosos é importantes. Recibe, primero, en esta parte, el rio de las Leñas que sale del lago del Yeso y tiene su orígen en la cima de los Andes bajo el grado 34, 24′. Desde el Yeso cuya altitud es de 2102 metros, hasta el Cachapual, se precipita este rio de cascada en cascada. Á tres ó cuatro kilómetros mas abajo de la confluencia del rio de las Leñas, el Cachapual récibe aun el Cortaderal, que tiene su orígen en las montañas llamadas Alto de los Mineros, bajo el grado 34,40′: es un rio que corre casi directamente hácia el norte. Despues se encuentra al rio de los Cipreses que nace de un gran ventisquero que baja del Alto de los Mineros, se dirije igualmente hácia el norte y va á juntarse con el Cachapual enfrente de las casas del Manzano. Continuando siempre bajando por el rio, se encuentra al rio Claro, riachuelo que tiene su orígen en las montañas situadas al sur de los Baños de Cauquenes y se junta con el Cachapual á dos kilómetros mas abajo de este establecimiento. Enfin, el Cachapual recibe aun otro rio llamado tambien rio Claro; este tiene su orígen al este de la ciudad de Rengo, en las montañas que cierran, al oeste, el valle de los Cipréses, pasa por esta ciudad, así como por el pueblecito de Chanquiague, enfrente de la punta de Peumo. El último afluente de este lado del Cachapual, es el rio de Tagua-tagua, que tiene su orígen en las montañas de Talcarehue, pasa cerca de San Fernando, atraviesa el boquete de Malloa para llegar al valle del rio Claro, y despues de haber pasado por

en medio del dominio de Tagua-tagua, va á reunirse al curso principal, muy cerca de este último rio.

Los afluentes de la márgen izquierda son, en primer lugar, el rio de Cuncle, que se junta con el Cachapual á cinco kilómetros mas abajo de las habitaciones del Manzano: se divide en dos brazos, de los cuales el principal lleva el nombre de rio de Pangal y tiene su orígen en las cordilleras de la Compañía al oeste del rio de las Vegas; el otro brazo, el rio Blanco, procede directamente del norte y baja de una rama que se desprende de las mismas montañas. Se encuentra despues el rio de Colla, que nace en la misma rama y va á echarse enfrente de los Baños de Cauquenes. En fin, el Cachapual recibe aun un pequeño rio que sale de las montañas al oeste de la Compañía y se junta con él cerca de la punta de Cortes.

Desde su nacimiento hasta su reunion con el Tinguiririca, recorre el Cachapual una distancia de 164 kilómetros: su declive medio, desde la confluencia hasta la punta de Peumo, es de 2 por 1000; es sensiblemente la misma entre Peumo y Miranda; entre este último punto y Rancagua, es de 3 por 1000: aumenta luego rápidamente de Rancagua á los Baños de Cauquenes: es de 9 por 1000 entre estos Baños y la confluencia del rio de los Cipreses; en fin, entre esta confluencia y la del rio de las Leñas, es de 17 por 1000.

Desde el punto de su reunion con el Cachapual, sube el Tinguiririca hácia el sur-sureste, hasta el dominio de Colchagua y desde allí gira hasta el este y hasta San Fernando, donde toma la direccion del sureste y por último la del este. Tiene su orígen cerca de la cima de los Andes bajo el grado 34, 41′ en las mismas montañas en que nace el rio Cortaderal. Recorre este rio desde su nacimiento hasta el punto de su reunion con el Cachapual, un espacio de 150 kilómetros, siendo su declive muy moderado en una cierta extension,

aunque bastante fuerte para no mas que permitir la navegacion de embarcaciones menores. Entre la confluencia y San Fernando el declive es de 3 por 1000, pero desde este punto aumenta rápidamente llegando á ser de 7 por 1000 entre San Fernando y las Tejas, de 20 por 1000 desde este punto hasta las últimas cabañas que se encuentran cuando se sube su curso. Los afluentes del Tinguiririca son poco importantes y los mas notables se hallan en la orilla izquierda. Recibe, en primer lugar, al rio de Azufre, que, como indica su nombre, viene de las solfataras que se hallan en las cercanías del volcan de Tinguiririca; luego el rio de Andaribel que viene del sur y corre en el fondo de un valle paralelo al eje de los Andes; en fin, recibe el rio de Chimbarongo que nace en las montañas de Huemquel y se dirije al noroeste hasta mas allá de Calleuque, donde se echa en el Tinguiririca.

La carrera total del Rapel desde su desembocadero hasta los manantiales del Cachapual, es de 220 kilómetros y su declive medio desde la confluencia del Tinguiririca, de 2 por 1000. Este rio riega la region mas fértil de Chile y las llanuras son allí mas extensas que en la hoya del Maipo. La cantidad de lluvia que cae anualmente en dicha region es algo mayor que en Santiago; se la puede evaluar en 500 milímetros, lo que daria, por el agua recibida en esta hoya 8215000000 metros cubos ó 4107500000 por lo que suministra durante los seis meses de verano, ó sea 93800000 metros cubos por hora ó un tercio mas que la que suministra la hoya del Maipo.

HOYA DEL MATAQUITO.

La hoya del Mataquito está encerrada en un espacio bastante estrecho comprendido entre los grados 34,50′ y 35, 30′. Está limitada, al norte, por las montañas de Huemul, la

línea anticlinal que va desde estas montañas al cerro del Quiriñeo, y pasa despues por las montañas de las Palmas, de Caune y de Vichuquen. Sus límites al este son la cima de los Andes, desde las montañas de las Damas, hasta el volcan del Descabezado; en fin, por la parte del sur está cerrada por una ramificacion que se desprende del Descabezado, pasa por las Tres-Cruces, el cerro del Imposible y el cerro de Traruñez. Esta línea anticlinal pasa despues algo al sur de la Villa Molina, en seguida por las montañas de las Nipas, de Tabunco y de Depu. La superficie de esta hoya es solo de 5520 kilómetros cuadrados.

La principal corriente de agua desagua en el mar bajo el grado 35, 4' : lleva el nombre de Mataquito, desde su desembocadero hasta la confluencia del rio de Teno, situada un poco mas abajo de Curico donde se divide en dos brazos que llevan los nombres de Teno y de Lontue. El Teno sale de un laguito situado un poco al norte del boquete dol Planchon á una altitud de 2940 metros; desde allí se dirije hácia el norte, en una distancia de unos 15 kilómetros; corre luego casi directamente al oeste hasta la carretera principal de Curico, donde se ladea hácia el suroeste para juntarse con el Lontue.

Los afluentes del Teno son poco numerosos; el mas importante es el rio Claro que tiene su orígen en el vertiente occidental del volcan de Peteroa, se dirije casi hácia el norte y va á reunirse al Teno un poco mas arriba del punto llamado los-Maquis. El espacio recorrido desde su orígen hasta su reunion con el Lontue, es de 84 kilómetros. Este rio tiene una corriente muy rápida; su declive entre el vado de Curico y los Maquis es de 9 por 1000, y de 16 por 1000 entre este último punto y la confluencia del rio Claro; en fin, desde el lago donde sale, hasta dicha confluencia, el declive es de 78 por 1000.

El Lontue nace bajo el grado 35, 20′ en el vertiente sur del cerro Colorado; corre en un principio hácia el sur un corto espacio, gira luego al oeste y se echa en el lago de Mondaca. Al salir de este lago, corre hácia el noroeste hasta su confluencia con el Teno. Recibe este rio, en ambas márgenes, un número bastante grande de afluentes; el primero que se encuentra, en la márgen derecha, es el rio de los Patos que nace en el vertiente oeste del cerro colorado y corre al suroeste juntándose con el Lontue un poco mas abajo del lago de Mondaca. Se halla despues el rio Colorado que parte tambien de la misma montaña, corre casi directamente hácia el oeste y se echa en el Lontue á 13 kilómetros mas arriba del dominio de Yacal. Enfin, un poco mas abajo de Curico, recibe el pequeño rio de Guayco que tiene su orígen en la montaña de Polcura.

En su márgen izquierda no recibe el Lontue mas que dos corrientes de agua bastante importantes, á saber : el rio de San Francisco y el rio del Volcan. Ambos tienen su orígen en las montañas volcánicas del Descabezado. El curso del Lontue es de 98 kilómetros; su declive es rápido y de 20 por 1000 en el espacio comprendido entre el lago de Mondaca y el puente del camino de Talca.

Desde el mar hasta la reunion del Teno y del Lontue, recorre el Mataquito un espacio de 94 kilómetros, lo que dá 192 kilómetros por su longitud total considerando el Lontue como el brazo principal. En su parte inferior el declive, que es bastante débil, tiene 1,7 por 1000, entre la confluencia y el mar.

El Mataquito es el último rio sujeto á grandes crecidas estivales; las aguas del Lontue y del Teno se vuelven turbias en Diciembre y se mantienen así hasta en Febrero; estos rios crecen entónces considerablemente, pero no se nota en ellos esa rápida disminucion que, en los de las hoyas situa-

das mas al norte, precede á las primeras lluvias del invierno. El motivo es que las aguas que los alimentan, no provienen únicamente del derretimiento de las nieves, pues hay numerosas fuentes que salen de las selvas que cubren el vertiente de los Andes y van á juntar sus aguas á las que proceden de las nieves.

HOYA DEL MAULE.

La hoya del Maule es la mayor de Chile, pues se extiende desde el grado 35,7′ hasta los 36,30′, abrazando una superficie de 20000 kilómetros cuadrados. Está cerrada, al norte, por la línea anticlinal que forma el límite sur de la hoya del Mataquito, hasta las montañas de Tabunco, pasa luego por la cresta de montañas de Tabunco, en seguida por la cresta de montañas que se dirije hácia Libun y de allí hácia el mar pasando por las montañas de Quibolgo. La cima de los Andes desde el Descabezado hasta el grado 36, 20′, forma su límite oriental; al sur está cerrada, primeramente, por una rama que se desprende del Longavi; se dirije al sur, en seguida hácia el oeste, donde forma las montañas de Semita, y luego por una línea anticlinal que pasa por San Cárlos y se dirije desde allí hasta Peñuelas y Quirihue; enfin, está todavia cerrada al oeste, por la cima de la cordillera marítima, siguiendo la línea que pasa por Luga, el cerro de Name y las montañas del Empedrado, desde donde se dirije hácia Constitucion.

El Maule, que reune las aguas de esta hoya, sale de un gran lago que lleva el mismo nombre y se halla situado en la cima de los Andes, á una altura de 2194 metros; desde allí se dirije hácia el noroeste hasta que llega á tropezar con el macizo que sostiene el Descabezado; entónces toma la direccion oeste-noroeste y la sigue hasta el mar, donde desagua bajo el grado 35, 20′.

El Maule tiene numerosos afluentes que á su vez reciben

ellos mismos, rios de bastante importancia. Los de la márgen derecha son, en primer lugar, el rio del Campanario que tiene su orígen al pié de una alta montaña que lleva su mismo nombre; corre hácia el oeste y se junta al Maule á 21 kilómetros mas abajo del punto en que este rio sale del lago. Se encuentra despues el rio Puelche, que parte igualmente del este, donde tiene su orígen algo al norte del Campanario; luego el rio de San Martin, formado por muchos torrentes que bajan de la parte de los Andes situados al este del Descabezado. Ántes de echarse en el lago de la Invernada, recibe el rio San Martin otro pequeño rio que nace en el grupo volcánico del Descabezado : al salir de dicho lago, toma el nombre de rio de la Invernada y se echa en el Maule á 14 kilómetros mas arriba de la hacienda del Colban. Recibe aun, ántes de entrar en la llanura, dos riachuelos mas, que nacen en el vertiente sur de las montañas del Descabezado; uno de estos riachuelos lleva el nombre de rio Claro.

Despues de haber atravesado la llanura, un poco mas abajo de Talca y cerca de la pequeña villa de Perales, recibe el Maule al rio Claro, que es bastante importante y en el cual van á desaguar varios afluentes. El rio Claro tiene su orígen en el vertiente noroeste del Descabezado, saliendo allí de un laguito situado cerca de la cuesta de las Ánimas; en un principio se dirije al noroeste, hasta la ciudad de Molina, luego gira al suroeste siguiendo la base de las montañas de la cordillera marítima hasta el pueblecito de Collin donde toma la direccion del oeste.

El rio Claro recibe en su márgen derecha, un poco ántes de echarse en el Maule, el rio de los Puercos que viene directamente del norte y tiene su orígen en las montañas de Abarca y de las Nipas. En la orilla izquierda, recibe primeramente dos riachuelos, el rio del Tambo y el rio de los Teatinos que tienen su orígen en el vertiente norte del Desca-

bezado y se dirijen hácia el norte; despues el rio de Pangue y el rio de Lircay, que nacen ambos en el estribo del macizo del Descabezado y corren hácia el oeste; por último, recibe aun dos arroyos llamados el uno de Baisa y el otro del Fuerte, que tienen su orígen en lallanura, atravesando el primero la ciudad de Talca.

Los afluentes de la márgen izquierda son mucho mas importantes: el primero que se encuentra es el rio Melado que se junta con el Maule un poco mas abajo de Colbun. Este gran rio corre en un profundo valle que sube hácia el sur y se divide en dos brazos á unos 30 kilómetros de su confluencia con el Maule; uno de estos brazos toma el nombre de Guaiquivil y se forma en el vertiente oriental del nevado de Longaví; el otro, que es el rio de la Puente, llamado así por un puente natural formado por una corriente de lava, tiene su orígen en las montañas que cierran, al sur y al oeste, el cerro en que se halla el lago de Maule.

Despues que el Maule ha atravesado la llanura, recibe el Loncomilla, gran rio que sigue el pié oriental de la cordillera marítima y recibe numerosos afluentes. Despues de haber recibido el rio Longavi, cambia de nombre y toma el de Perquilauquen.

El Perquilauquen tiene su orígen en el vertiente occidental de una cresta de montaña que se extiende al sur del Longavi; corre al noroeste hasta que va á tropezar con el pié de la cordillera marítima y luego al norte; cerca de las habitaciones de la hacienda de Santo Toribio, cambia aun de direccion para correr al este por una distancia de 11 á 12 kilómetros, recobrando definitivamente despues la direccion del norte hasta su confluencia con el Maule.

Ántes de juntarse con el Longavi recibe el Perquilauquen gran número de riachuelos y dos rios de alguna im-

portancia. Los de la márgen derecha tienen su orígen, al este de Parral, en los últimos estribos de los Andes. Sucesivamente se encuentran los pequeños rios de Unicaven, Curipeumo, Caldo-verde, Torreones, Bureo y Piguchen.

En la márgen izquierda recibe primero el rio de Cauquenes que tiene su orígen en la cordillera marítima al este de la ciudad que lleva el mismo nombre y reune otros dos rios pequeños, esto es, el rio de Tutuben y el rio Rosales, en seguida el riachuelo de las Garzas y en fin el rio Purapel que es el mas caudaloso que recibe el Perquilauquen. Este último tiene su orígen á corta distancia del mar en las montañas situadas al sur de Constitucion, se dirije al este, en un principio, luego al sur y va á desaguar en el Perquilauquen, algo mas abajo de Santo Toribio. Los afluentes del Loncomilla vienen todos de la márgen derecha; estos son, primero, el Longavi, rio caudaloso que nace en la base del nevado que lleva el mismo nombre, se dirije hácia el noroeste y va a réunirse al Loncomilla, cerca de las habitaciones de las Bodegas. El Longavi recibe el pequeño rio de Liguai, que tiene su orígen en los últimos estribos de los Andes y corre igualmente al noroeste. Se halla despues el rio Archibueno, que tiene su orígen en las montañas que se extienden al norte del nevado de Longavi, corre hácia el noroeste, recibe á unos diez kilómetros mas allá de Linares el rio Ancoa, que viene del este y nace en las montañas de Melado; luego desagua en el Loncomilla, cerca del pueblo de la Palmilla. Por último, se encuentra tambien el rio Putagan, cuya confluencia está situada cerca de San Daniel; este rio sube hácia el sureste hasta el cerro de Quilipin, luego se dirige al este y tiene su orígen en las montañas de Colban.

Desde el punto de su reunion con el rio Claro, no recibe ya el Maule sino algunos torrentes que bajan de las mon-

tañas de la cordillera marítima. El espacio que recorre este rio desde su desembocadero hasta el lago de Maule es de 196 kilómetros, y seria de 224 si se tomasen por su orígen al rio Perquidauquen. El declive del Maule es bastante débil entre Constitucion y Perales, pues no tiene mas que 1,3 por 1000; es aun menor entre Perales y la barca situada en el camino de Talca á Chillan, punto donde queda reducido á 0,5 por 1000: pero despues aumenta rápidamente, llega á 15 por 1000 entre la Barca y la confluencia del rio de la Invernada, y de 27 por 1000 entre esta confluencia hasta el lago de Maule.

El Maule es el primer rio de Chile que es navegable para embarcaciones menores; estas pueden subir, no solo hasta Perales, sino seguir el Loncomilla en una extension bastante grande.

La cantidad de lluvia que cae en la cuenca del Maule no se conoce con exactitud, pero evaluándola á 500 milímetros, se queda ciertamente en un guarismo inferior á la cantidad media anual; seria pues 10000000000 de metros cubos de agua que recibiria á lo ménos esta hoya, en el curso de un año, lo que daria 1000000 de metros cubos para la cantidad de agua que derrama el Maule en el mar en el espacio de una hora.

HOYA DEL ITATA.

El Itata, ménos considerable que el Maule, recibe las aguas de una hoya que se extiende entre los grados 36°, 20′ y 37, 16′. Colinda al norte, en primer lugar, con la cresta de montañas que se extiende al sur del nevado de Longavi, luego por las montañas de Semita y en fin, por una línea anticlinal muy irregular, que pasa por la meseta de San Cárlos, sube desde allí hácia el cerro de Cuiquen, se extiende desde allí hácia la cima de la cordillera marítima,

desde donde baja hácia el mar siguiendo una rama que se adelanta hácia el sureste. Al este la hoya del Itata está cerrada por la parte de los Andes que se extiende desde el grado 36, 20′ hasta el grado 37. En fin, su límite sur sigue una rama de montaña que se desprende del Cerro de la Polcurra, pasa por las montañas de Calabozo y el cerro Negro, y baja de allí hasta Trupan. La línea anticlinal se dirige desde allí hasta Peñuelas, pasa por las montañas de Queime y de Cayumanqui, atraviesa despues la meseta de Rafael, hasta las montañas de la Leonera desde las cuales baja hácia el norte hasta las Vegas. La superficie de esta hoya es de 7894 kilómetros cuadrados.

La boca del Itata está situada bajo los grados 36, 22′ y tiene su orígen cerca del cerro Negro. Corre, en un principio, bajo el nombre de rio de Chóivan, al suroeste hasta la llanura, donde gira al oeste, luego al noreste hasta enfrente de la hacienda de Cuchacucha, donde toma la direccion del oeste noroeste hasta el mar.

El Itata recibe en su márgen derecha gran número de rios menores y un afluente muy importante, que es el rio Ñuble. El primer rio que se encuentra, siguiendo su curso, es el Trilableo y luego el Danicalqui; corren ambos hácia el oeste y tienen su orígen en las montañas de Calabozo; recibe tambien el Quileo y el Relbun, riachuelos que nacen en las colinas de Pemuco, á unos 28 kilómetros mas abajo del Danicalqui; el rio Diguilin, que es bastante caudaloso y toma su orígen en el lado sur del volcan de Chillan, donde se forma por la reunion del Renegado y del rio del Oyo : al entrar en la llanura recibe el pequeño rio de Pemuco y va á desaguar en el Itata á tres ó cuatro kilómetros mas abajo de Peñuelas. Ántes de encontrar el Ñuble, recibe el Itata todavía al rio de Larquí, que baja de los últimos contrafuertes de los Andes y va á reunirse con él al oeste de la ciudad de Bulnes.

El Ñuble es un rio tan grande como el Itata que tiene su orígen en el costado norte de las montañas de la Polcurra; baja, al principio, hasta el noroeste y recibe el rio de las Truchas que parte de la línea anticlinal de los Andes y el rio de los Sauces que tiene su orígen al este del nevado de Longavi y baja hácia el sur donde se junta al Ñuble á unos veinte kilómetros al norte del volcan de Chillan. Este rio recibe todavía, en su márgen izquierda, varios otros que bajan de la parte norte del macizo volcánico de Chillan, tales como el rio de la Mina, el del Gato y el de Santa Gertrudis. Penetrando mas en la llanura, recibe el rio de Cato que parte de los últimos contrafuertes de los Andes, y el rio de Chillan. Este último nace en el costado occidental del volcan, pasa cerca de la ciudad de Pinto, atraviesa Chillan Viejo y va á juntarse con el Ñuble un poco mas arriba de Cuchacucha. Mas abajo de su union con el Ñuble, recibe aun el Itata dos pequeños rios que nacen en las montañas de la cordillera marítima, en la márgen derecha el rio de Lunquen que toma su orígen en las montañas de Quirihue y de Ninhue y va á juntarse con el Itata un poco mas abajo del pueblo de Lunquen. En su márgen derecha recibe al pequeño rio de Coelemú, que tiene su orígen en las montañas de la Leonera.

La longitud total del Itata es de 177 kilómetros. Su declive es bastante débil entre su desembocadura y la confluencia del Ñuble, pues no pasa de 2 por 1000; pero los bancos de arena que obstruyen su álveo, imposibilitan la navegacion.

HOYA DEL BIO-BIO.

El Bio-bio es el rio mayor de Chile, pues no solo recorre un grande espacio, sino que recibe tambien numerosos afluentes. La hoya que le alimenta se extiende entre los gra-

dos 36, 50′ y 38, 30′. La línea anticlinal en la cual se halla encerrada, empieza cerca de Concepcion en el cerro de Caracoles; desde allí se dirije hácia las montañas de Chiguayanta, de Hualqui y de la Florida, pasa despues cerca de Tomeco y desde allí baja á la llanura, donde sigue, con corta diferencia, la direccion de Pangal á Tucapel, sube entónces por la cordillera de los Andes, siguiendo la meseta inclinada que se dirije hácia el cerro Negro, pasa desde allí por las montañas de Calabozo y de Polcurra y encuentra la cima de los Andes bajo el grado 37. Desde allí sigue esta cordillera hasta el sur del volcan de Lonquimai, baja de nuevo al llano, donde si dirije hácia el pantano de Lumaco y vuelve á subir desde allí hácia el Pichi-Nahuelvuta siguiendo la cima de la cordillera marítima, hasta la extremidad norte de las montañas de Coronel. La extension de esta hoya es de 20570 kilómetros cuadrados.

El Bio-bio sale del lago de Huehueltue, formado por los torrentes que bajan del volcan de Lonquimai y de las montañas vecinas. Al principio corre directamente hácia el norte, encerrado entre dos crestas de altas montañas. Cuando llega bajo el grado 37, 40′, cambia bruscamente de direccion, corriendo entónces casi al oeste hasta enfrente de Nacimiento, donde recobra la direccion del norte, que sigue hasta su confluencia con la Laja: desde este punto, salvo algunas pequeñas curvas, su direccion es la de noroeste; en fin, entra en el mar bajo los grados 36, 49′.

La longitud del Bio-bio desde el lago de Huehueltue hasta el mar, es de 256 kilómetros. Su declive es muy débil en un principio, pues entre Nacimiento y la desembocadura no llega á 0,8 por 1000; pero aumenta despues, sin que llegue nunca á ser comparable al de los rios del norte; entre Nacimiento y Santa Bárbara no es aun mas que de 2 por 1000. Así, el Bio-bio es navegable en una gran parte de su curso;

las barcas pueden subir hasta Nacimiento y hasta penetrar en el Bergara, uno de sus principales afluentes. Como en la mayor parte de los rios de Chile, su desembocadura está obstruida por bancos de arena que hacen impracticable la entrada. Nada, sin embargo, seria mas fácil que establecer un canal que pondria á este rio en comunicacion con la bahía de Talcahuano.

Los afluentes de la márgen derecha del Bio-bio, son, en primer lugar, el rio de Trapa-trapa, que reune á la vez las aguas que bajan del volcan de Callaqui y de las montañas de Copulhue. Corre hácia el oeste y se junta con el Bio-bio á unos 46 kilómetros mas abajo del lago. Recibe despues al Duqueco, gran rio que tiene su orígen en el costado sur de la Sierra Velluda y corre tambien hácia el oeste, yendo á desaguar en el Bio-bio, un poco mas abajo de la ciudad de Negrete: en fin, la Laja va tambien á desaguar en él, enfrente de Monterey. Este rio, mas grande aun que el Duqueco, sale del lago de la Laja situado al este del volcan de Antuco á una altitud de 1512 metros. Este lago ocupa todo el fondo de un valle encerrado entre dos altas cordilleras de montañas y no tiene ménos de 28 kilómetros de longitud: está alimentado por dos pequeños rios, uno que viene de las montañas de la Polcurra y el otro del valle que conduce á los boquetes de Pichachen y de Copulhue.

La Laja, ya grande al salir del lago, se precipita, de cascada en cascada, hasta la base del volcan de Antuco donde recibe un rio alimentado por las nieves de la Sierra-Velluda y un poco mas abajo, en la márgen derecha, al rio de la Polcurra y á otro que baja del cerro Negro. Despues de haber pasado la ciudad de Antuco, recibe aun, en la márgen izquierda, el Rucuhue, rio impetuoso como un torrente, alimentado por los ventisqueros de la Sierra-Velluda. En fin, un poco ántes de desaguar en el Bio-bio, recibe aun la Laja el

rio Claro, que tiene su orígen en el vertiente oriental de la cordillera marítima en las montañas que se extienden entre la Florida y Tomeco. En la márgen izquierda, recibe aun el pequeño rio de Caliboro que nace en la hacienda de las Canteras. Un poco al oeste del camino que conduce desde los Ángeles á Chillan, presenta la Laja una hermosa catarata, pasa por encima de una especie de muralla formada por una aglomeracion volcánica, y se precipita despues en una profunda quebrada cuyos bordes desplomban el estrecho canal donde parece que se pierde. Antes de llegar al mar, recibe aun el Bio-bio tres pequeños rios que tienen su orígen en la cordillera marítima, y son el rio Grande, el riachuelo de Quilacoya y el rio de Hualqui.

Los afluentes de la márgen izquierda del Bio-bio son el Bureo, que se junta con él á unos cuatro kilómetros mas arriba de Negrete. Este rio parte del sureste y un poco mas abajo de Mulchen se divide en dos brazos llamados el Niquinco y el Mulchen. Ambos rios tienen su orígen en los últimos contrafuertes de los Andes y bajan del vertiente occidental de las montañas que cierran, al oeste, el valle de Bio-bio. Luego el Bergara que recibe dos corrientes de agua importantes; el Bergara corre del sur al norte, siguiendo la base de la cadena marítima y tiene su orígen en las lagunas de Lumaco; es un rio profundo, que corre por un terreno muy poco inclinado y que seria muy fácil hacer navegable. Un poco mas abajo de la ciudad de Angol, recibe el rio Malleco; este rio tiene su orígen en la cordillera de los Andes, al sur del volcan de Lonquimai; corre hácia el noroeste y recibe aun el rio Huequen que tiene su orígen en las mismas montañas y corre paralelamente al Malleco, al cual se une á 17 kilómetros mas arriba de Angol. Mas abajo de la misma ciudad y á unos 14 kilómetros, recibe aun el Bergara al Re-

naico. Este rio toma su orígen en el vertiente occidental del volcan de Lonquimai, corre igualmente hácia el noroeste y se forma por la reunion de otros dos rios que se llaman rio de Ranquileo y de Mininco.

El último afluente del Bio-bio es el rio Tavolevú, que se forma en la cordillera marítima por la reunion de varias pequeñas corrientes de aguas; la principal es el rio Micodahue, formado por otros dos pequeños rios, el Coyanleco, que nace en las montañas de Nahuelvuta y el Cohihue que tiene su orígen en las de Rucapillan; recibe el rio de la Palmilla que viene del oeste y otro pequeño rio que tiene su orígen en las montañas situadas al oeste de la ciudad de Santa Juana.

La cantidad de agua que cae cada año en Concepcion, varia entre 1200 y 1300 milímetros; en el sur de esta ciudad, son mas abundantes las lluvias; se puede, pues, considerar como un mínimum el guarismo de 1200 milímetros por la cantidad de lluvia que cae anualmente en la hoya del Bio-bio; siendo la superficie de esta hoya de 20500 kilómetros cuadrados, resulta que cada año recibe al ménos 2460000000 de metros cubos de agua; como la evaporacion es bastante débil en las provincias del sur de Chile, y que estos cálculos se han hecho en las condiciones de un mínimum, tal debe ser tambien la cantidad de agua que el Bio-bio lleva al mar durante un año ó sea 2808000 de metros cubos por hora.

HOYA DEL CAUTEN.

El rio Cauten ó Imperial, que reune las aguas de esta hoya cuyos límites no son aun bien conocidos, es un gran rio que desagua en el mar bajo el grado 38, 48′. El Cauten, propiamente dicho, tiene su orígen en los últimos con-

trafuertes de los Andes, al sur del volcan de Yaimas; pero el curso de agua principal que lleva el nombre de rio de Quilen, viene de esta última montaña. Ántes de reunirse con el Cauten, recibe el Quilen á otro gran rio, llamado de Cholchol, formado él mismo por la reunion del Colpi que tiene su orígen en los Andes, y del rio de Lumaco que sale de los pantanos que llevan el mismo nombre. Los demas afluentes del Cauten son el rio de Voroa que parte del sur, el Rumalue que baja de las últimas ramificaciones de la cordillera de Nahuelvuta, y el rio de las Damas que viene de las mismas montañas.

En su parte inferior tiene el rio Cauten poca corriente y bastante profundidad, de modo que pueden subir por él embarcaciones menores; pero su álveo está atestado de numerosos troncos de árboles que hacen peligrosa su navegacion. Ántes de entrar en el mar, forma como una especie de lago donde se deponen las arenas que arrastra consigo; así es que su desembocadura es mas practicable que la de los demas rios de Chile.

HOYA DEL TOLTEN.

El límite norte de la hoya del Tolten es poco conocido, lo mismo que su límite oriental; pero el del sur se conoce con bastante exactitud, pues parte del volcan de Quetropillan, situado bajo el grado 39, 40′, pasa despues por el volcan de Villarica, sigue la meseta que se dirije hácia las montañas de Huichaco y va á juntarse desde allí con la cordillera marítima pasando por las llanuras de San José : desde allí se dirije hácia el norte hasta el valle del Tolten. Este rio sale del lago de Villarica, alimentado por varias corrientes de agua, que no son aun muy conocidas, corre desde allí hácia el oeste y desagua en el mar

bajo el grado 39, 16'. Los afluentes que recibe son de poca importancia por ser su hoya muy estrecha en el sentido del meridiano; los afluentes de la márgen derecha son el Chadilen, el Melinquen y el Conilauquen; los de la márgen izquierda son el Lichuen, el Cugi, el Collico y el Catinleu. La entrada del Tolten no presenta mas dificultades que la del Cauten; su álveo es profundo pero igualmente atestado de troncos de árboles que obstruyen la navegacion á corta distancia del mar.

HOYA DEL VALDITIA.

El rio de Valdivia que desagua en la bahía de Coral, bajo el grado 39, 53', recibe las aguas de una hoya bastante grande, que se extiende desde el grado 39, 25' hasta el 40, 20', formada por una línea anticlinal que sigue, al principio, la cumbre de la cordillera marítima, desde la punta de Niebla hasta la altura de la de la Maiquilla. Desde allí se dirije hácia el este, atravesando las mesetas de San José, pasando por la cumbre del volcan de Villarica y del Quetropillan, desde donde sigue la cumbre de la cordillera de los Andes, hasta el Cerro-Mocho y el volcan de Lajara; aquí vuelve á tomar, primeramente, la direccion del oeste hasta la hacienda de Huitre, sigue las alturas que desde allí se extienden hácia Dallipuli, pasa un poco al norte de Trumao y vuelve á juntarse con la cordillera marítima, cuya cumbre sigue hasta las montañas de Coral. La superficie de esta hoja es de 8450 kilómetros cuadrados.

El Valdivia está formado por la reunion de dos grandes rios, que llevan los nombres de rio de Cruces y de rio de Calla-calle. El rio de Cruces tiene su orígen en el costado norte de las montañas de Huichaco; al principio se llama de Levufucade y corre así al oeste-suroeste hasta las Tres-

Cruces, desde donde se dirije hácia el sur para desaguar en el Calla-calle enfrente de Valdivia. Un poco ántes de juntarse con este rio, se divide el rio de Cruces en dos brazos que dejan entre sí la pequeña isla de las Tejas. Aunque el curso de este rio es muy poco extenso, gran número de afluentes van á desaguar en él. En la márgen derecha, recibe el rio de Bellavista que procede del norte : los afluentes de la márgen izquierda son el Nanihue, el Pelechuquin, el Cudico y el Pichoi. Estos cuatro rios tienen su orígen á corta distancia uno de otro, en el costado oeste de las montañas de Huichaco.

El Calla-calle, mucho mas grande que el rio de Cruces, sale del lago de Rinihue al cual van á desaguar otros lagos situados al norte y al sureste. Los lagos del norte son el Calafquen y el Panguipuli; ambos están alimentados por las aguas que bajan del volcan de Villarica. Del lago de Panguipuli sale el rio que va á desaguar hácia la extremidad oriental del lago de Rinihue. Ántes de echarse en este lago, recibe otra corriente de agua que sale del lago de Lajara, situado al norte del volcan que lleva el mismo nombre.

Al salir del lago de Rinihue, corre, en un principio, el Calla-calle al norte-noroeste; luego describe una curva dando la vuelta, por la parte del norte, á la montaña de Tralcan, dirijiéndose, casi directamente, en seguida, hácia el sur hasta la mision de Quinchilca. Desde este punto corre hácia el oeste hasta Valdivia. El rio de Calla-calle, recibe en la márgen izquierda, tres afluentes bastante importantes; el primero es el rio de Quinchilca que tiene su orígen en las mesetas de Huitre y corre hácia el norte y un poco al oeste, juntándose con la corriente principal algo mas arriba de la mision de Quinchilca. En seguida se encuentra el rio Collilevu que nace en las montañas situadas al norte de Dallipuli, corre hácia el norte y un poco al este juntándose con

el Calla-calle á tres kilómetros mas abajo de Quinchilca. En fin, el arroyo de Collilevu, que viene directamente del sur y se junta con el curso principal á cuatro kilómetros mas arriba del pueblo de Calla-calle.

Ántes de entrar en la bahía de Coral, el rio de Valdivia recibe aun el Futa, rio caudaloso que tiene su orígen en las montañas de San Juan : se llama en un principio rio de Choquinan y corre al sur hasta el pueblo de Futa, donde muda de nombre. Ántes de juntarse con el Valdivia, se divide el Futa en dos brazos que rodean la isla del Rey. El que se dirije hácia el sur toma el nombre de Tornagaleones y desagua enfrente del puerto de Coral; el otro conserva el nombre de rio de Futa. Los afluentes de la márgen derecha de este rio son el arroyo de Huequecura, el de Tregua y el rio Angachilla. En la orilla izquierda recibe el rio Conilevu y el arroyo de las Minas.

El espacio recorrido por el rio de Valdivia desde el punto en que sale del lago de Rinihue hasta el mar, es el de 122 kilómetros. El declive de este rio es muy débil; la media entre el lago de Rinihue y el mar es de 0,4 por 1000.: la marea se deja sentir hasta tres ó cuatro kilómetros mas arriba de Valdivia, así como en los rios de Cruces y de Futa, por donde pueden subir las embarcaciones de poco tonelage.

En la hoya de Valdivia es donde se empieza á encontrar esos grandes lagos que se suceden casi sin interrupcion hasta el golfo de Reloncavi dando á esta parte de Chile una fisionomia enteramente especial. Los rios no están allí sujetos á esas grandes variaciones que caracterizan los de las provincias del norte; los torrentes que bajan de los Andes van á deponer, en los lagos, las materias que arrastran consigo, y las aguas salen claras deslizándose mansamente por un suelo poco inclinado. Los anchurosos y frondosos bosques que cubren la mayor parte del país, conservan las

aguas lluviales y regularizan su distribucion; así es que el cambio que se observa en el volúmen de las aguas, es sumamente mínimo y este llega ordinariamente á su máximum por el mes de Setiembre, disminuyendo despues lentamente hasta el principio de Marzo; época en que las lluvias son mas abundantes. Ya se ha visto que la cantidad de estas era muy grande y que, término medio, se elevaba á 2859 milímetros; por otra parte la superficie de la hoya de Valdivia es de 8450 kilómetros cuadrados. Si, con ayuda de estos datos, se calcula la cantidad de agua que recibe esta hoya en el espacio de un año, se obtienen 24158000000 de metros cubos; el rio de Valdivia debe, pues, derramar cada hora en la bahía de Coral 2757000 metros cubos de agua, lo que es, poco mas ó ménos, 1/8 mas de lo que el Bio-bio lleva al mar. No se ha tenido en cuenta la evaporacion, porque en esta hoya, el aire está casi constantemente cargado de agua y por consiguiente la evaporacion debe ser muy débil.

HOYA DEL RIO BUENO.

La hoya del rio Bueno está separada de la de Valdivia por la línea anticlinal que forma el límite sur de esta última: está cerrada, al este, por la cima de los Andes, desde el cerro del Mocho hasta el cerro del Techado. El límite sur está formado en un principio por una cresta de montañas que va desde este último punto hasta el de Puntiagudo y desde allí al volcan de Osorno. Rodea, en seguida, la parte norte del lago de Llanquihue y de los pantanos del Frutillar; diríjese despues al oeste, en la direccion de Pargas, y gira luego al norte siguiendo la cima de la cadena marítima. La superficie de esta hoya es de 14670 kilómetros cuadrados.

El rio Bueno, que reune las aguas de esta hoya, sale del

lago de Banco, adonde van á desaguar varias corrientes de agua que nacen en la cordillera de los Andes. Recibe, en el norte, el rio de Futronhue que tiene su orígen en el vertiente sur del volcan de Lajara; luego el Huequecurra, que viene del Cerro-Mocho; al este, el rio Calcutue que sale del lago de Mahihue, alimentado por los torrentes que bajan de la línea anticlinal de los Andes; en fin, al sur recibe otros dos rios que nacen de una cresta que se extiende desde la cima de los Andes hasta las montañas de Golgol. El lago de Ranco es de forma casi circular, siendo su mayor diámetro de 24 kilómetros; encierra muchas islas, algunas de las cuales están habitadas.

Al salir del lago de Ranco, se precipita el rio Bueno de una altura de cuatro á cinco metros, salvando una capa de terreno de trasporte; desde allí se dirije casi directamente al oeste hasta Trumag y mas abajo describe varias curvas, yendo á desaguar en el mar bajo el grado 41, 12′, el declive del rio Bueno es muy débil entre el mar y el Trumag, pues llega apénas á 0,36 por 1000; solo entre este último punto y el lago de Ranco, aumenta hasta 0,5 de modo que vapores de un tonelage bastante grande, pueden subir el rio hasta Trumag, y podria ser navegable hasta el lago de Ranco, sin el salto de agua que hay á su salida.

El rio Bueno no recibe en la márgen derecha sino pequeños rios que tienen todos su orígen en la meseta que se levanta al norte de Huitre. El primero que se encuentra es el rio Panqueco, luego los rios de Ralistran y de Traiguen y en fin el rio de la Union, que es el mas importante de los cuatro.

Entre los afluentes de la márgen izquierda, figura un gran rio que lleva el nombre de Pilmaiquen y nace en el lago de Puyehue, situado á unos 34 kilómetros al norte del lago de Ranco. El lago de Puyehue está alimentado por dos

pequeños rios que proceden del este, esto es, el rio de Lliscan que baja de las montañas de Golgol y el rio de Golgol que tiene su orígen cerca de la línea anticlinal de los Andes. Al salir del lago de Puyehue, corre el Pilmaiquen directamente al noroeste hasta Trumag, donde se junta con el rio Bueno. El Pilmaiquen recibe en su márgen derecha un rio bastante importante llamado el Tráfun, formado por la reunion de ocho corrientes de agua que bajan de las montañas conocidas con el nombre de Altos de Rinihue.

Ántes de juntarse con el Pilmaiquen, recibe aun el rio Bueno, en la misma márgen, tres pequeños rios que nacen en las mismas montañas, de los cuales el mas importante es el rio Contra, que desagua un poco mas abajo de la ciudad de Rio-Bueno. Enfin, recibe tambien el Ralhue, otro rio importante que se junta con él á 10 kilómetros mas abajo de Trumag. El Ralhue viene del sureste y sale del lago Llanquihue alimentado por las aguas que bajan del Puntiagudo y cuya corriente principal lleva el nombre de Huentelevu. El Ralhue recibe, en su márgen derecha, el arroyo de Pichil, el rio de las Damas, que se junta con él cerca de la ciudad de Osorno y el Chalpicahuin que desagua á seis kilómetros mas abajo. En la márgen izquierda recibe el rio Coineco y el rio Negro. El primero está formado por los torrentes que bajan del volcan de Osorno y del Puntiagudo; entre estos, los mas importantes llevan los nombres de rio Paraguay y rio Manao. El rio Negro, que viene directamente del sur, tiene su orígen en las montañas de la cadena marítima, casi bajo la paralela de Pargan. Ántes de juntarse con el Ralhue recibe el rio Maipue, que tiene su orígen en la misma cordillera de montañas.

El espacio recorrido por el rio Bueno, desde el lago de Ranco hasta el mar, no es mas que de 108 kilómetros, pero los numerosos afluentes que recibe aumentan considerable-

mente el caudal de sus aguas, siendo entre todos los rios de Chile, el que lleva al mar mayor tributo de aguas.

La cantidad de lluvias que cae en esta hoya es algo menor que en la de Valdivia, pero su superficie es mucho mayor. Si se calcula, tomando por base la cantidad de lluvia que cae en Puerto-Montt, se obtienen 39257000000 de metros cubos : el rio Bueno debe, pues, desaguar en el mar, durante cada hora 4483000 metros cubos de agua. Es poco mas ó ménos dos veces mas de la que lleva el Bio-bio y cuarenta y cuatro veces mas que el Maipo.

HOYA DEL MAULIN.

La parte plana de Chile va á acabar en el golfo de Reloncavi y encierra aun, hácia el sur del rio Bueno, una última y pequeña hoya, que es la del rio Maulin. Esta hoya, cuya extension es solo de 3990 kilómetros cuadrados, se extiende, bajo los grados 41 y 41, 40′ : está limitada, al norte, por una línea que parte de la punta situada al oeste de Puerto-Godoi, se dirije hácia el noreste hasta llegar bajo la paralela de Pargas y luego al oeste hasta los pantanos de Frutillar : rodea, despues, el lago de Llanquihue hasta la base del volcan de Osorno. El límite oriental sigue la línea que pasa por este volcan y el de Calbuco y en seguida una ramificacion que se desprende de este último y se extiende paralelamente al rio Camisas, pasando al oeste de este rio. Enfin, el límite sur está formado por una línea anticlinal que va de las alturas de Puerto Montt á Carelmapu.

El rio Maulin, que reune las aguas de esta hoya, sale del lago de Llanquihue que es el mayor de los lagos de Chile. Su forma es la de un pentagono irregular ; su mayor diagonal, dirijida del sur al norte, mide 33 kilómetros y su superficie es de 585 kilómetros cuadrados. Esta gran masa de agua no

recibe mas que un pequeño rio que baja del volcan de Calbuco, miéntras que el Maulin, cuando sale, tiene ya un caudal de agua considerable: esta particularidad depende de la naturaleza de las montañas que rodean este lago. Los volcanes de Osorno y de Calbuco, formados enteramente de escorias y de lava muy porosas, dejan pasar toda el agua que proviene de las lluvias ó del derretimiento de las nieves, y esta, despues de haberse infiltrado en la tierra, se detiene en las capas impermeables que forman el fondo del lago de Llanquihue. Al salir del lago, el Maulin se dirije hácia el sur-oeste, describiendo numerosas curvas y desagua en el mar bajo el grado 41, 36′. Aunque el curso de este rio sea poco extenso, pues solo tiene 88 kilómetros, recibe un número considerable de afluentes que nacen en los frondosos bosques que cubren casi toda la extension de esta hoya. El mas notable es el rio Negro que nace en el costado oeste del volcan de Calbuco y se echa en el Maulin á 16 kilómetros mas abajo del punto en que este sale del lago de Llanquihue; el rio Quenue que se junta con él cerca del desague y tiene su orígen hácia el extremo sur de la cordillera marítima. El Maulin recibe aun el rio Puelpun, al de Mulapulin, al del Peñol, al de Chilca y al rio San Pedro Nolasco, riachuelos que nacen en las mesetas que se elevan al este de Carelmapu.

El Maulin, desde su desembocadura hasta una distancia bastante grande, forma un ancho canal donde pueden navegar embarcaciones mayores; pudiera subirse por él hasta el lago de Llanquihue, por no ser el declive mas que de 0,4 por 1000, pero un poco ántes de llegar á este lago, hay un salto de agua de algunos metros; y sin embargo, este salto fuera fácil de evitar por medio de un pequeño canal lateral.

HOYA DE RELONCAVI.

Cerca de la entrada del golfo de Reloncavi, bajo el grado 41, 45′, existe un gran canal que se extiende hácia el este, al cual van á desaguar varios rios que bajan de los Andes, cuyo curso es aun poco conocido; solo el rio Petrohue ha sido explorado en una cierta extension. Este rio sale del lago de Todos los Santos situado al este del de Llanquihue, del cual no está separado mas que por el boquete que une los volcanes de Osorno y de Calbuco.

El lago de Todos los Santos se extiende del oeste al este por un espacio de 24 kilómetros; está alimentado por los torrentes que bajan del Puntiagudo, Techado y Tronador. El rio Petrohue sale de allí hácia el extremo occidental y se dirije casi directamente hácia el sur, siguiendo un valle situado al este del volcan de Calbuco. Todo induce á creer que en una época que no debe ser muy remota, las aguas que hoy dia forman el Maulin se esparcian por este valle y la corriente de lava que ha bajado sobre la falda sur del volcan de Osorno, es la que lės ha obligado á tomar su curso hácia el oeste, entónces es cuando se cree que se formó el lago de Llanquihue y los pantanos que le rodean. El Maulin mismo no tiene álveo determinado, pues se extiende por el suelo del bosque y no empieza á reunir sus aguas sino desde el salto por el cual pasa desde la meseta que soporta el lago de Llanquihue, al valle del rio Negro.

Otro gran rio cuyo curso es apénas conocido, es decir, el rio Peula, desagua tambien en el canal de Reloncavi. Es muy probable que este rio nace en la falda sur de la montaña llamada Tronador y que reune las aguas de la parte de los Andes que se extiende desde esta montaña y el Yánteles.

Tal es la última de las grandes hoyas hidrográficas de Chile: al sur del golfo de Reloncavi, el mar va á bañar la

base de los Andes, y recibe los torrentes que bajan de él, ántes que hayan podido reunirse para formar grandes rios. En cuanto á las que existen al este de esta cordillera no se conoce aun enteramente su curso ; el único que ha sido objeto de algunas exploraciones es el rio Negro que desagua en el Atlántico bajo el grado 39, 45′ y tiene uno de sus principales brazos que parece salir del lago Nahuelhuapi situado al este de la parte de los Andes que se extiende entre el Tronador y el volcan de Lájara.

Independientemente de estos grandes rios que nacen todos en la cordillera de los Andes, posee Chile todavía cierto número de corrientes de agua cuyo orígen está á veces en el vertiente occidental de la cordillera marítima y otras en los últimos contrafuertes de los Andes.

Estos rios, únicamente alimentados por las aguas lluviales, empiezan á aparecer bajo el grado 32 : algunos hay que existen mas hácia el norte, pero sus aguas no llegan nunca hasta el mar. El rio mas notable de estos es el Chingoles que tiene su orígen en la base del Alto de Peralta, en el norte de la provincia de Coquimbo; corre entre montañas hasta la entrada del valle longitudinal, donde sus aguas, ya considerablemente disminuidas por la evaporacion, se pierden en las arenas que forman el fondo del valle de los Choros, reapareciendo despues bajo forma de manantiales, á corta distancia del mar, cerca del pueblo llamado Chorros-bajos.

El primer rio que merece este nombre, es el Conchali que tiene su orígen en las montañas de Tílama, desde allí se dirije hácia el oeste, atravesando las haciendas de Pupido y de las Vacas ; desagua en un laguito situado en la orilla del mar, bajo el grado 31, 34′. Durante el mes de Enero y Febrero, el rio de Conchal se queda reducido á un chorro de agua.

Avanzando hácia el sur, se halla otro pequeño rio llamado Quilimari que tiene su orígen en las montañas al oeste de Tílama y desagua en la pequeña bahía de Pichidanqui. Despues se halla el rio de Petorca y el rio de la Ligua que se juntan un poco ántes de entrar en el mar. Estos dos rios corren paralelamente uno á otro separados solamente por una pequeña cordillera de montañas que se desprende de los Andes. El primero tiene su orígen en las montañas de la hacienda Sobrante, un poco al oeste del boquete de los Piuquenes; desde allí se dirije poco mas ó ménos al oeste hasta la ciudad de Petorca, donde se inclina hácia el suroeste y pasa por Hierro-viejo y Pedehue, recibiendo allí el rio de las Palmas, pequeña corriente de agua que viene de las montañas al este de Tílama ; continua luego corriendo aun al suroeste, en un espacio de ocho á nueve kilómetros, dirigiéndose luego al noroeste hasta Longotoma donde se inclina de nuevo hácia el sur para juntarse al rio de la Ligua.

El rio de la Ligua se forma por la reunion de muchas corrientes de agua que bajan del cerro del Cuzco y de las montañas de Elepirco ; pasa por Alicahue, la Higuera y San Lorenzo. Un poco mas abajo de este último punto recibe el rio de los Ángeles que tiene su orígen en las montañas del Arayan y de Curichilonco; luego se dirije hácia la Ligua, Puyaya y vuelve á subir un poco hácia el norte para juntarse con el rio de Petorca y desagua en el mar bajo el grado 32, 23′.

La única corriente de agua de alguna importancia que se encuentra ántes de llegar al grado 33 es el pequeño rio de Quilpue; tiene su orígen en el vertiente occidental de la cordillera marítima, en [illegible]tañas de Marga-marga desde donde se dirije háci[illegible] pasando por Quilpue, la Viña-del-mar [illegible] de la playa.

Bajo el grado 33, 26′ algo mas abajo de las casas de Tunquen, desemboca el pequeño rio de Casa-blanca que tiene su orígen en las montañas de la Viñilla y de Tapihue, desde donde se dirije poco mas ó ménos hácia el oeste pasando por las villas de Casa-Blanca y de las Dichas.

Un poco al sur del Maipo, se encuentra el Jali, rio pequeño que tiene su orígen en las montañas de Tantehue, pasa por San Pedro y Bucalemu y va á desaguar en el lago salado de Santo Domingo.

Bajo el grado 34, 6′ se halla el pequeño rio de Topocalma, que parte del sureste donde nace de las alturas de Petrel; luego el rio de Nilague, otra corriente de agua algo mas importante que parte de las montañas de Caunes. Este pequeño rio corre, en un principio, hácia el norte siguiendo un valle paralelo á la costa y recibe sucesivamente los riachuelos de las Palmas, de Lolo y de Pumanque. Un poco mas abajo de Peña-blanca gira al oeste y desagua en el mar bajo el grado 34, 29′.

Desde la desembocadura del rio Nilahue hasta la del Maule, no se encuentran mas que corrientes de agua sin importancia; la única que merece citarse es el rio Huanchelunami, que tiene su orígen hácia el oeste de Talca en las montañas de Libun y desde allí se dirije al mar donde se pierde en un pequeño lago un poco al sur de las casas de Quibolgo.

Entre el Maule y el Itata se encuentra un gran número de pequeños rios, que, excepto el Loanco y el Reloca, nacen todos en el vertiente occidental de la cordillera marítima. El rio de Loanco tiene su orígen al norte de la montaña de Name, cerca del pueblo del Empedrado, cuyo nombre lleva en un principio; se dirije hácia el oeste, pasa por Gualamavide y va á desaguar en el mar un poco al sur de Parral. El rio Reloca, que se halla despues, procede de las mismas

montañas y sigue la misma direccion hasta la Greda, donde se inclina hácia el sur para desaguar en el mar bajo el grado 35, 41'. Despues se encuentra sucesivamente el arroyo de Punchemo, al rio de Chanco, al Rabue, al Pejuco, al Curanipe, al arroyo de Gomes, al Huechupureo, á los rios de Corquecura y de Comullao, pequeñas corrientes de agua que nacen todas en el vertiente occidental de la cordillera marítima.

El espacio comprendido entre el Itata y el Bio-bio, comprende dos pequeños rios, el de Rafael y el Andalien. El rio de Rafael tiene su orígen en la meseta granítica que se extiende al oeste de la montaña de Cayumanqui; se dirije hácia el noroeste describiendo numerosas curvas y va á desaguar en el mar bajo el grado 36, 28'. El rio Andalien se forma por la reunion de dos brazos principales, uno de los cuales nace en la meseta de la Florida y el otro procede de las montañas de Collico; corre hácia el oeste hasta cerca de Concepcion, dirijiéndose luego al norte para desaguar en la bahía de Talcahuano.

Al sur del Bio-bio, tienen mas importancia los rios que se forman en la cordillera marítima; hay algunos que son bastante grandes para que embarcaciones menores puedan navegar por ellos hasta cierta distancia. Ántes de llegar á la bahía de Arauco, se encuentra, en primer lugar, al pequeño rio de Colcura, luego al Chihuilleco, y al de Laraqueta, pequeñas corrientes de agua que nacen á corta distancia del mar. Cerca de la ciudad de Arauco va á desaguar el Carampangue, rio bastante considerable, formado por la reunion de otras dos corrientes de agua de las cuales una tiene su orígen en las montañas situadas al oeste de Santa Juana, corre en un principio al sur, luego al oeste, donde atraviesa la cordillera marítima por una profunda quebrada que pasa por la base de la montaña de las Tres-Cruces y se junta

con el otro brazo á unos seis kilómetros mas arriba de la ciudad de Arauco. Este último sube, al principio, hácia el sur siguiendo el valle de Arauco; luego gira al este hasta la base del Cerro-de-piedra, donde tiene su orígen. El rio Caranpangue tiene bastante profundidad en su desembocadura y las mareas se dejan sentir á una distancia de doce ó quince kilómetros, lo cual permite á las embarcaciones menores, navegar por el rio hasta esta distancia. Al oeste de Arauco va á desembocar aun el rio de Tubul, que procede del sur y tiene su orígen bajo el grado 37, 25′.

Siguiendo la costa se encuentra tambien el pequeño rio de Quiapo, luego el de Ranquil y por último el Levu que desemboca en el mar bajo el grado 37, 36′. El Levu es un rio bastante grande que nace en las montañas de Nahuelvuta, donde se forma por la reunion de muchas corrientes de agua, siendo las principales las Curagilahue y de Pilpico; desde el punto de su reunion se dirije al oeste hasta el mar. El Levu es navegable hasta una cierta altura, y los depósitos de hulla que se explotan en las cercanías dan gran importancia á su navegacion.

La parte de la costa que se extiende entre el Levu y el Cauten, presenta un gran número de pequeños rios; sucesivamente se halla el Curaco, el Chanquian, el Llinco, el Pitacuicui, el Panqueco y el Paicavi; este último es el mas importante y uno de sus brazos tiene su orígen en el norte de Tuçapel en las montañas de Nahuelvuta, pasando, despues, cerca de Cañete; el otro sale del lago Lanalhue cerca del cual se junta con el brazo de Tucapel, y despues de haber descrito una curva que le rechaza hácia el norte, desagua el Paicavi en el mar bajo el grado 37, 59′.

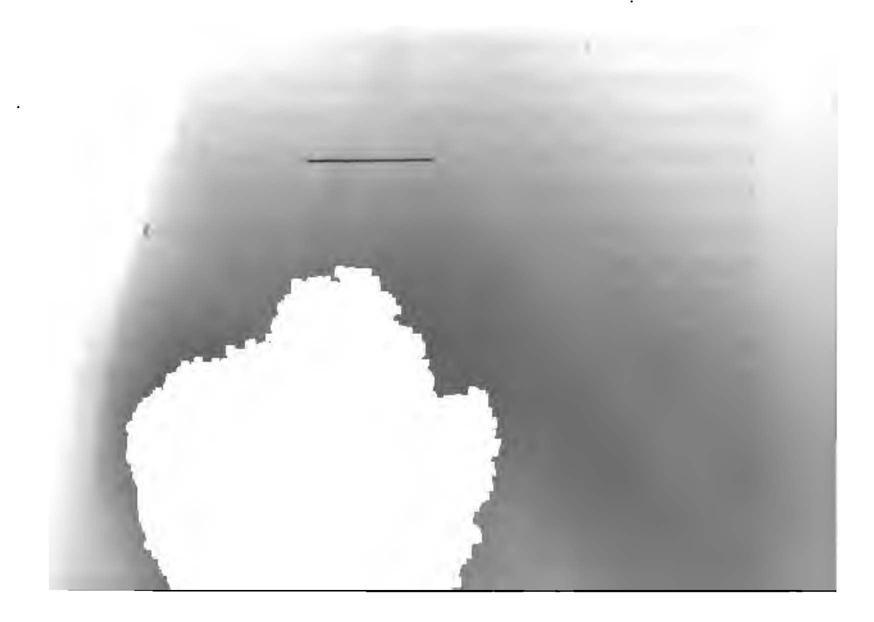
Al sur del Paicavi se encuentra todavía el Curagilahue, el Lepin, el rio de Cuedico y el Tirua; todos estos rios corren hácia el oeste, describiendo numerosas curvas y

tienen su orígen en las mesetas que forman la prolongacion de la cordillera marítima.

Los rios que se encuentran entre el Cauten y el Tolten, tienen poca importancia. Estos son el Budi, que sale del lago de Coleven, situado cerca de la costa, un poco al sur, bajo el grado 38, 50′; el rio Chile que sale tambien de otro lago y desemboca un poco mas abajo del grado 39; el Rucacura y el Jenelanchico que desaguan en el mar á poca distancia uno de otro, entre los grados 39, 8′ y 39, 10′.

Desde el desagüe del Tolten hasta la bahía de Valdivia, no hay mas que tres pequeños rios, esto es, el rio de Queule que corre hácia el sur entre el grado 38, 10′ y el 38, 25′ donde desagua en la pequeña ensenada de Queule; el rio Lingue que corre al oeste y desemboca en el mar un poco mas arriba de la punta de Maiquillo y el rio Mehuin que tiene su orígen en las montañas de las Tres-Cruces y va á desaguar al puerto de Chanchan.

Enfin, desde la bahía de Valdivia hasta el canal de Chacao que separa la tierra firme de la isla de Chiloe, no se encuentran mas que corrientes de agua sin importancia, es decir, riachuelos que bajan de las últimas montañas de la cordillera marítima.



GEOGRAFIA BOTANICA.

Separado Chile del resto de América por las cimas heladas de los Andes y las llanuras no ménos áridas del desierto de Atacama, forma como un pequeño mundo aparte, poseyendo en propiedad todos sus animales y vegetales. La gran variedad de sus climas reune allí los tipos mas opuestos; las plantas polares hallan cerca de sus cimas nevadas las condiciones necesarias para su desarrollo, miéntras que los vegetales de las regiones tropicales aparecen en los llanos y orillas del mar. Con estas condiciones nada tiene, pues, de extraño encontrar allí un número tan considerable de especies vegetales : en efecto, los que se conocen hasta hoy, sin contar los vegetales de un órden inferior, tales como los musgos, hongos, líquenes, llegan al número de 2770, repartidos en 130 familias diferentes, lo cual es mas de la mitad del número de las familias actualmente conocidas. No hay que admirarse, en vista de esto, de la gran variedad de aspecto, que la vegetacion presenta en Chile; y si se busca la proporcion en que cada familia contribuye á esta variedad, se ve desde luego que las compuestas ocupan el primer lugar, pues esta familia está representada por mas de 600 especies : vienen despues las leguminosas y las gramíneas, cuyas especies ascienden á 207 y 178; luego los helechos que están representados por 90 especies, las escrofularinas por 81, las ombelíferas por 79, las ciperáceas por 75, las crucíferas por 73, etc., pero estos guarismos solos no darian sino una idea muy imperfecta del modo con que los vegetales se reparten el suelo. Algunas familias, muy numerosas, quedan

desapercibidas, miéntras que otras que comprenden un corto número de especies ocupan vastas superficies y son las que imprimen á la vegetacion de Chile su verdadero carácter. Los vegetales arborescentes, aunque representados por un número bastante corto de especies, son los que ocupan mayor espacio, y desde el estrecho de Magallanes, hasta debajo del grado 34 forman espesos bosques, que, en ciertas partes, ocupan todo lo ancho de Chile, como se ve entre los grados 39 y 42. Un poco mas hácia el norte se divide este inmenso bosque en dos ramas separadas por el valle longitudinal, una de las cuales sigue la cordillera marítima y se extiende hasta el grado 35, y la otra, cubriendo el vertiente occidental de los Andes, avanza un poco mas hácia el norte y llega muy cerca del grado 34. Mas allá de este límite, se hallan aun algunas partes arboladas, pero desde que se pasa el grado 32, no se encuentran ya mas que algunos árboles aislados y solo los arbustos y plantas herbáceas cubren la tierra; enfin, mas allá del grado 27 la vegetacion se halla confinada en el vertiente oeste de la cordillera marítima y en las partes elevadas de los Andes; los llanos que separan estas dos cadenas de montes, se hallan casi desprovistos de vegetales.

Los árboles que forman las selvas de Chile, pertenecen á un número bastante grande de familias diferentes, comprendiendo 69 especies que se sustituyen unas á otras segun las diversas latitudes. Cerca de la extremidad austral (1) el *fagus antarctica*, el *fagus betuloides*, el *drimys Wintereii*, algunas proteáceas y coníferas, forman la esencia de los bosques : el número de las especies aumenta mas y mas á medida que se avanza hácia el norte, siendo en las provincias de Valdivia y de Llanquihue donde los bosques llegan á su mayor esplen-

(1) Pl. XXIII.

dor y los vegetales á su mayor desarrollo, favorecidos por una temperatura suave y por continuas lluvias; los árboles, apretados allí, unos con otros, se elevan verticalmente y extienden sus ramas á una grande altura, hasta donde pueden recibir la luz necesaria para su desarrollo. Debajo de este vasto techo de hojas, donde nunca penetran los rayos del sol, reinan una temperatura igual y una humedad constante: allí es tambien donde crecen las plantas mas delicadas, plantas que no podrian resistir á la accion directa del sol. En este suelo, enteramente formado de despojos vegetales, se extienden los musgos, los licopodos, los hepáticos, y el *sarmienta repens* enlaza con sus tallos carnosos los árboles caidos de vejez sobre los cuales ostenta sus brillantes flores escarlatas. Desde en medio de estos mismos árboles derribados, salen, aun los helechos mas hermosos, el *alsophila pruinata*, especie arborescente cuyas hojas llegan á veces á tener tres metros de largo. Algunas plantas mas ansiosas de luz, atan sus tallos sueltos al tronco de los grandes árboles, y se extienden por sus ramas desde las cuales dejan caer sus hermosas flores de color de púrpura; tal es el *copihue* ó *lapageria*. En las partes ménos umbrosas, se cubre el suelo de algunos árbustos como *berberis*, *vacinias* (gaulteria), algunas proteáceas; el *mitraria coccinea* se adhiere á la corteza de los árboles haciendo brillar sus encarnadas florecillas en medio de los musgos. Tambien allí es donde se halla el *philesia* notable por la ligereza de sus hojas y la belleza de sus flores. Enfin, en los bordes de los espacios claros de los bosques, una bambusácea trepadora, la *chusquea quila,* ocupa todo el espacio libre y forma un matorral impenetrable, como si estuviese destinada á preservar el bosque de los ataques de los vientos y animales.

Tal es el aspecto general de la vegetacion arborescente en las provincias del sur. Las numerosas especies que contri-

buyen á formarla se distinguen á la vez por la variedad de su porte y de sus hojas; las coníferas están representadas por las taxíneas, las cupresíneas y las abietíneas. Las taxíneas comprenden cuatro especies notables por el tamaño de sus hojas y por sus ramas inclinadas que recuerdan las del sauce lloron; son muy abundantes en el sur, pero desaparecen un poco ántes de llegar al grado 36. Las cupresíneas comprenden el *Fitzroyea* que no pasa mucho mas allá del grado 40, el *Saxo gothea*, confinado aun mas al sur, el *libocedrus tetragona*, encerrado entre los grados 41 y 42, y el *libocedrus chilensis* que llega hasta el grado 34, hallándosele aun en el valle de los Cipreses, donde crece hasta una altura de 1500 metros. Las abietíneas no figuran aquí mas que por una sola especie, la *araucaria imbricata*. Encerrado este árbol entre estrechos límites (37° y 39°), se le encuentra, sobretodo, en las selvas de la cordillera marítima, ocupando las partes mas elevadas. Las proteáceas con su porte singular, con sus espesas y lustrosas hojas, se desarrollan en parajes ménos umbrosos; donde mas abundan es en las selvas del sur y están representadas por los géneros *lomatia embotrium* y *guevina*. La *lomatia oblicua* se encuentra desde el grado 34 hasta el estrecho de Magallanes : es la especie mayor, pues se hallan muchas veces, en las selvas de la provincia de Llanquihue árboles que tienen cerca de un metro de diámetro. El *embotrium coccineum* se halla casi en el mismo espacio y aunque es ménos elevado que el precedente se hace notar por sus hermosas flores de un encarnado purpurino. En las provincias de Valdivia y de Llanquihue se encuentra la *lomatia ferruginea*, árbol de poca elevacion pero notable por sus hojas pennadas cuya forma recuerda la de los helechos : pero de todas estas especies, la que mas llama la atencion es la *guevina avellana*, árbol de mediana altura que crece en los parajes umbrosos y cuyo

tronco delgado y tortuoso tiene grandes hojas pennadas: á sus flores blancas, suceden hermosos racimos de frutos, encarnados en un principio, luego purpurinos y casi negros en el estado de madurez. Estos frutos son comestibles y conocidos en el país con el nombre de avellanas. La guevina empieza á aparecer cerca del grado 36 y no pasa mucho mas allá del 40.

Las coníferas y las proteáceas, crecen entremezcladas con los demas árboles. Hay que exceptuar, sin embargo, el *araucaria imbricata*, qüe ocupa solo las cimas elevadas, pero los árboles esencialmente sociables, los que ocupan por sí solos anchurosas superficies, pertenecen al género *fagus*. Dos especies de *fagus*, el *Antarctica* y el *betuloides*, crecen en las tierras de Magallanes, extendiéndose desde allí hasta el grado 40. La especie mas hermosa, el *fagus Dombeyi*, cuyo porte recuerda el del haya, se empieza á hallar en las selvas que rodean el golfo de Reloncavi, llegando á su mayor desarrolló entre los grados 37 y 39, sin pasar del 35. Está reemplazado al norte por el roble (*fagus obliqua*) que llega hasta el grado 33: enfin, en las altas montañas y cerca del límite de las nieves, se encuentra el *fagus pumilio* y el *fagus alpina*.

Otras dos familias se hallan aun ampliamente representadas en las selvas del sur de Chile; tales son las lauríneas y las mirtáceas. Las lauríneas forman allí grandes y hermosos árboles; el *criptocaria berteriana* y el *adenostemum nitidum* se presentan principalmente en las provincias de Valdivia y de Llanquihue, miéntras que el *criptocaria peumus* y el *persea linguæ* se extienden hasta el grado 34; enfin, el *bellota Miersii* se halla confinado en el norte, donde forma unos bosquecillos en las cercanías de la costa entre los grados 32 y 34.

Las mirtíaceas que son aun mas numerosas que las laurí-

neas, crecen con preferencia en los lugares húmedos y en la orilla de las corrientes de agua, ora formando arbolillos, ora árboles de bástante elevacion. Las especies de alta estatura, crecen, sobretodo, en las provincias del sur, notándose el *myrtus Uni*, el *myrtus Molina*, la *eugenia guayana* y la *eugenia Temu;* este último arbusto es el mas alto y su tronco revestido de una hermosa corteza roja llega á tener hasta cerca de treinta centímetros, produciendo un hermosísimo efecto en medio de los sombrios matices de la selva. Las demas especies, en número de 28, son de corta elevacion, se adelantan mas hácia el norte y se hallan aun algunas bajo el grado 31.

Otros dos árboles que prosperan igualmente en los parajes húmedos, notables por la belleza de sus hojas plateadas, pertenecen á la familia de las magnoliáceas y son el *drimys chilensis* y el *drimys Vinterii.* Este último se cria en las tierras magallánicas, miéntras que el primero se encuentra desde la provincia de Valdivia hasta en la de Aconcagua.

La familia de las tiliáceas figura aun por tres especies notables; la *crinodendrum cordifolium*, que se cria en los bosques al sur de Valdivia, la *tricuspidaria dependens* que ocupa las partes húmedas de las provincias medianas, y enfin, la *Aristotelia maqui*, arbolillo que da frutos comestibles.

Las demas familias no tienen mas que un corto número de representantes, aunque algunas, sin embargo, se hacen notar por las grandes proporciones á que llegan. El *Veinmania trichosperma* que representa allí las saxifrágeas, es un árbol que llega á tener grandes dimensiones. Las *eucryfiáceas* figuran por una sola especie, la *eucryfia cordifolia* muy comun en la provincia de Valdivia, donde se distingue de los demas árboles por sus grandes flores de un

blanco ligeramente rosado; en fin las xantoxylleas, las araliáceas, las bixáceas y las euforbiáceas figuran aun por una ó dos especies, y las œnotéreas por el género *fuchsia* que deja colgar encima de las aguas sus hermosas campanillas de púrpura.

Desde que se pasa mas allá del grado 35, toma otro aspecto la vegetacion de Chile; casi todas las especies que formaban las selvas del sur desaparecen y son reemplazadas por árboles ménos elevados, que casi todos pertenecen á familias diferentes, y se entra en la region donde dominan las leguminosas y las compuestas. La primera de estas familias está principalmente representada por los géneros *prosopis*, *acacia*, *adesmia* y *cassia*. Entre los grados 34 y 33 formaba, en otro tiempo, el *prosopis siliquastrum* (algarroba), bosques bastante grandes que han desaparecido casi enteramente. Este hermoso árbol del cual no se encuentra hoy dia mas que algunos individuos aislados, se presenta hasta bajo el grado 27. El *acacia cavíena* (espino) cubre aun hoy dia espacios de terreno bastante grandes al sur de Santiago; es un árbol de mediano tamaño, muy lento en crecer y notable por la dureza de su madera. El género *cassia* no figura mas que por unos arbustos de poca elevacion, pues el que alcanza mayores dimensiones es el *cassia emarginata* que crece en las colinas de las provincias centrales. El género *adesmia* está representado por un número considerable de especies que forman, casi siempre, unos arbolillos pequeños. El mas alto, que llega á veces á tres ó cuatro metros, es el *adesmia arbórea* que crece desde el grado 32 hasta el 28, donde cubre muchas veces espacios bastante considerables. La familia de las compuestas figura por 28 especies de arbolillos ó arbustos, de los cuales los mas notables pertenecen al género *baccaris;* estos arbolillos con sus hojas resinosas, crecen en los sitios mas áridos y algunas especies se elevan

hasta tres metros. Viven, como las adesmias, en sociedad y se extienden por vastas superficies. Las demas especies pertenecen, sobre todo, á los géneros *gochnalia*, *ciclolepis*, *proustia*, *eucelia* y *euscenia*. Las especies que realmente forman la vegetacion arborescente, se hallan repartidas en un número bastante grande de familias. En el valle longitudinal y la cordillera marítima, se encuentra el *fagus obliqua*, que, como se ha dicho ya, se extiende hasta el grado 33: las monimiáceas figuran por dos especies notables, el *boldoa fragrans*, árbol de mediana magnitud, cuya corteza es muy aromática, y el *laurellia aromática* que produce una excelente madera de carpintería. La familia de las celastráceas da tambien un hermoso árbol, el *maitenes chilensis*, notable por la elegancia de sus hojas; pero el árbol mas hermoso de esta region pertenece á la familia de las rosáceas y es el *quilaja saponaria*, cuya corteza contiene un principio emulsivo y se la emplea, hace mucho tiempo, para reemplazar el jabon. Este árbol, siempre verde, llega á tener grandes dimensiones y avanza hácia el norte hasta el grado 31, donde se presenta en bosquecillos esparcidos por los últimos contrafuertes de la cordillera de los Andes. Otros dos árboles de la familia de las anacardiáceas, aparecen igualmente en el norte de Chile; uno es el *litrea venenosa*, especie particular de Chile, que se encuentra hasta llegar al grado 31; el otro es el *litrea mollis*, muy comun en las provincias de Aconcagua, de Coquimbo y de Atacama, que se halla aun mucho mas al norte, en el Perú y Bolivia. En Chile no se cria mas que una sola familia de las palmeras, familia muy notable por sus grandes dimensiones, cuyo estipite tiene muchas veces mas de un metro de diámetro y se eleva á grande altura. Esta palmera es muy lenta en crecer, y resiste á temperaturas bastante bajas; la hemos hallado á 1200 metros de altura en regiones donde permanece la

nieve durante muchos meses del año y donde desciende la temperatura á muchos grados bajo cero. Esta hermosa especie se presenta únicamente en los terrenos graníticos y en el vertiente occidental de la cordillera marítima desde el grado 32 hasta el 35. Antiguamente era muy comun, pero va desapareciendo poco á poco, porque cada año se arranca una gran cantidad de estas palmeras para extraer el azúcar que contiene su savia y hoy dia no se hallan mas que individuos aislados en vez de los numerosos bosquecillos que formaban en otro tiempo; los únicos parajes donde se presentan con alguna abundancia, son la hacienda de Ocoa en el departamento de Quillota y la de Cocalan en la provincia de Santiago.

Al aproximarse al desierto de Atacama, en aquellas regiones donde las lluvias casi nunca humedecen la tierra, la vegetacion cambia aun de aspecto, los árboles desaparecen enteramente, las mismas plantas herbáceas se vuelven raras y estas tierras áridas no se hallan cubiertas mas que por pequeños arbustos de raíces profundas y tallos esparcidos por el suelo. Los dos últimos árboles que se encuentran son el algarrobo (*prosopis siliquastrum*) y el chañar (*gourliea chilensis*); este último crece hasta llegar al grado 27 y no pasa mas allá del 31 en el sur. Las *baccaris* y las *adesmias* forman la mayor parte de la vegetacion. Otra leguminosa muy notable por la gran cantidad de tanino que contienen sus vainas, es el *bálsamo carpon brevifolium*, que se cria entre los grados 31 y 27. Tres especies de la familia de las zigofíleas, el *porliera higrométrica*, el *bulnesia chilensis* y el *pintoa chilensis*, caracterizan tambien la vegetacion de las provincias del norte; el porliera empieza á presentarse en la provincia de Santiago y se extiende á las de Aconcagua y de Coquimbo. Al norte del grado 29 está reemplazada por la *bulnesia* y *pintoa*, y allí es tambien donde se halla una bor-

ragínea frutescente, el *cordia decandra*, conocido en el país con el nombre de carbon y cuyas cepas suministran una madera muy dura y de un negro muy hermoso.

Al norte del grado 35, la vegetacion de la costa toma tambien un carácter especial que la aleja á la vez de la de las selvas y de las regiones andinas. Allí es donde principalmente crecen las cácteas y las bromiliáceas. Las cácteas no aparecen casi hasta llegar al grado 34 y están principalmente representadas por el género *cereus*, dos de cuyas especies el *cereus quiscoy* y el *cereus chilensis*, se extienden sobre las arenas y las rocas. Las bromeliáceas llegan mucho mas al sur, cerca del grado 40, se encuentra aun el *bromelia bicolor* y el *bromelia sphacelata;* estas especies no pasan mas allá del grado 36 y son reemplazadas, en el norte, por el *puya coarctata*. Allí se encuentran tambien algunas especies de *tillandsia*, entre otras el *tillandsia usneoides*, que se adhiere á las ramas de los árboles formando largas caballeras. Estas especies se hallan asociadas á otros muchos vegetales herbáceos ó subfrutescentes, entre los cuales las frankeniáceas, las portuláceas, las paroniquíeas, las nolanáceas, los chenopódeas y las lobeliáceas ocupan un gran lugar.

Las frankeniáceas dominan en el norte, y están representadas por tres especies, el *frankenia erecta*, el *frankenia micracantha* y el *frankenia chilensis*. Las nolanáceas ocupan las llanuras arenosas de las provincias de Coquimbo y de Atacama, donde se encuentra el *nolano prostata*, el *sorena paradoxa*, el *doria vermiculata* y el *alona glandulosa*. Las chenopódeas están representadas por la *salicornia peruviana* y la *salsola vermicularis;* estas plantas cubren las arenas y las rocas mas próximas al mar. En fin, el *tetragonia expansa* y el *mesembriantemum chilense*, forman allí tambien largas manchas de verdura que se extienden por encima de las arenas. Las lobeliáceas están representadas por el género *tupa*

del que se encuentran cuatro especies, el *tupa Fenillii*, el *tupa Berterii*, el *tupa mucronata* y el *tupa purpúrea*. Á medida que se aleja del mar, se ven aparecer algunas nuevas especies, siendo una de las mas notables el *oxalis gigantea* que se cria en la provincia de Coquimbo; sus largos tallos negros y casi enteramente desprovistos de hojas, dan un aspecto singular á esta parte de la costa : llegan á unos dos metros de altura y los espacios que cubren parecen que han sido incendiados. Una compuesta, el *chuquiragua acicularis*, forma allí espesuras de arbustos espinosos que se distinguen por sus hermosas flores de un amarillo dorado; el *ephedra andina*, única especie de la familia de las gnetáceas que se hallan en Chile, abunda tambien en esta region, en donde se distingue por sus frutos rojos y sus tallos desprovistos de hojas; en fin, un fuchsia, el *fuchsia espinosa*, se presenta aun en estos terrenos que casi solo están humedecidos por las nieblas del mar.

Al partir del grado 30, se ve á la vegetacion abandonar poco á poco la parte mediana de Chile y concentrarse en el este y el oeste de esta última parte : las nieblas que se forman cerca de la costa, suministran á las plantas la poca humedad que necesitan y entretienen la vegetacion que acabamos de describir. En los Andes llenan este objeto algunas raras tempestades y las nieves que se conservan en varias cumbres; pero á causa de la rarefaccion del aire y de las grandes variaciones de la temperatura, no pueden vivir allí las mismas especies; así es que la region de los Andes, tiene, como la costa, su vegetacion aparte. Los últimos árboles que se encuentran no pasan en el norte, de una altitud de 2000 metros y pertenecen, á los géneros *colletia*, *escallonia* y *salix;* se crian cerca de los torrentes ó en las cercanías de los manantiales. Los arbustos se extienden mucho mas arriba y llegan hasta 5000 metros, formando espesuras

apretadas y las hojas generalmente duras y pequeñas se desarrollan solamente en la extremidad de las ramas, donde hacen una especie de manto que proteje el resto de la planta contra las intemperies. Estos arbustos disminuyen de altura á medida que uno se eleva y se extienden por el suelo formando pequeñas placas de verdura, hermoseadas muchas veces por las flores mas vistosas : entre 4000 y 5000 metros, llegan apénas estos arbustos á algunos centímetros de altura. Toda la vida de estos vegetales parece concentrada en las raíces que llegan á tener dimensiones enormes; en su tallo no hay sino pequeñas hojas y el papel que representan parece ser bastante secundario y en relacion con el poco tiempo en que puede recibir directamente el calor y la luz del sol. Las plantas herbáceas están igualmente resguardadas de los grandes cambios de temperatura y sus hojas están cubiertas de una espesa borra ó imbricadas y apretadas unas con otras.

La vegetacion andina presenta aun un gran número de especies repartidas en unas treinta familias, y hasta hay algunas de ellas que parece que no pueden vivir sino en estas regiones desamparadas. Las leguminosas están principalmente representadas por los géneros *adesmia*, *genista*, *phaca*. El primero cuenta seis especies, la *adesmia subterránea*, la *adesmia obcordata*, la *adesmia trijuga*, la *adesmia pinifolia*, la *adesmia uspaliatensis* y la *adesmia horrida*. Esta última debe su nombre á las numerosas espinas con que está herizada. La adesmia trijuga es la especie que llega á mayor altura, y se la encuentra entre 4000 y 5000 metros, donde excede muchas veces los límites de las nieves permanentes, poniéndose al abrigo en las hendiduras de las rocas. El género *genista* no cuenta mas que dos especies que rara vez exceden la altura de tres mil metros; estos géneros son el *genista andicola* y el *genista junípera*. El género *phaca* conocido en el

país con el nombre de tembladerilla, comprende cuatro especies que son el *phaca grata*, el *phaca pulchella*, el *phaca striata* y el *phaca elata*, que se crian igualmente entre 2000 y 3000 metros.

Las compuestas son aun mas numerosas, pues cuentan mas de veinte géneros, entre los cuales las nassauvíeas, las chuquiraguas, las aldunáteas, las egañas ofrecen las especies mas notables. Las chuquiraguas pertenecen principalmente á las provincias del norte, donde crecen aun á 4000 metros de altura; las especies son las mismas que las que crecen cerca de la costa que hemos citado ya. Las nassauvíeas, las aldunáteas, las egañas, no aparecen sino mas al sur, entre los grados 30 y 35, cerca del límite de las nieves, es decir, entre 3000 y 4000 metros. Las nassauvíeas se distinguen sobretodo por la belleza de su forma: el tallo enteramente cubierto de hojas embricadas se extiende en su extremidad en forma de un hermoso roseton, en medio del cual se abren las flores.

La familia de las ombelíferas ofrece plantas de un aspecto singular; son unos arbustos cuyos tallos, de uno á dos decímetros de altura, están de tal modo apretados unos á otros que no forman mas que una sola masa, y las hojas duras y lustrosas que se desarrollan en su extremidad, tapan enteramente el tallo y se parecen á una capa de musgo que se extiende sobre las rocas. Estas plantas extrañas constituyen el género *llaretia;* no se las encuentra casi mas que hácia el límite de las nieves y crecen aun á 5000 metros. Son igualmente plantas del Norte; se las encuentra en cantidad en las provincias de Atacama y de Coquimbo y desaparecen cerca del grado 34. Á una altura algo inferior, se hallan muchas especies que se refieren á los géneros *azorella* y *mulinum*.

Las verbenáceas habitan tambien esas altas regiones; la *verbena radicans* forma, entre 4000 y 5000 metros, peque-

ñas placas de verdura en las cuales brillan unas florecillas de un color de rosa pálido; el *verbena erinácea* y el *verbena juniperoides* crecen un poco mas abajo; en fin el *festuca acantophylla* y el *gentiana multicaulis* vienen á completar la vegetacion de estas altas cimas.

En las regiones que no pasan mas allá de 3500 metros es mucho mas variada la vegetacion, los arbustos están mas desarrollados y las plantas herbáceas aparecen en mayor cantidad. Las leguminosas y las compuestas representadas por los mismos géneros, ocupan aun un gran espacio y la verbena cespitosa con sus hermosas flores azules, la *verbena aphylla*, la *verbena scoparia*, reemplazan allí las especies de las altas cimas. Allí es tambien donde crecen con preferencia las *calceolarias* y las *esquisánteas;* las *calandrinia* se extienden por el suelo, que cubren con sus hermosas flores purpúreas, miéntras que la *cajophora coronata* ostenta sus hermosas flores blancas en medio de las rocas. El *tropæolum polyphyllum* deja colgar largos racimos de flores, de un hermoso color amarillo, por encima de rápidos y húmedos declives, y los *mimulus* siguen el curso de los torrentes. Tambien allí crecen los *crucksanksia,* hermosas matas de la familia de las rubiáceas que se hallan confinadas en el norte y no pasan mas allá del grado 30. Aparecen tambien en esta region algunos tipos de la vegetacion de las costas, tales como los *ephedra* y los *fabíana*, estos últimos son unos arbustos de la familia de las soláneas que se elevan á mas de un metro de altura y cuyas pequeñas hojas recuerdan las de los brezos.

Á medida que se va adelantando hácia el sur se ven manifestarse grandes mudanzas en la vegetacion andina; al mismo tiempo que baja el límite de las nieves y son mas abundantes las lluvias, desaparecen las especies del norte y son reemplazadas por otros tipos. Las ericáceas empiezan á aparecer representadas por el *pernettia leucocarpos*, el *gaulteria Pœpi-*

gii y el *gaulteria cæspitosa*, notable por sus hermosos frutos de color de rosa claro. Aparecen tambien las violetas de hojas en forma de roseton, las bellas oxalides con grandes flores purpúreas, el *cardamina nivalis* y el *psychorophylla andicola*. Las adesmias y las verbenas han sido reemplazadas por los berberis ó agracejos y las grosellas; al mismo tiempo aparecen varios árboles, tales como el Chacai (*colettia doniana*), las *escallonias* que crecen á orillas de las aguas y el *salix humboldtiana*. En fin, cerca del grado 36 se extienden los bosques hasta la region de las nieves, el *fagus pumilio* y el *fagus alpina* extienden por el suelo sus ramas tortuosas.

Las plantas que habitaban las regiones andinas se acercan mas y mas del nivel del mar; las *pernettias*, las *gaulterias* aparecen cerca de la costa, el *libocedrus chilensis*, que en un principio no crecia sino entre 1200 y 1500 metros, se presenta casi en todas partes desde el mar hasta el límite de las nieves. La vegetacion austral va tomando así mas y mas el carácter de la que habita las altas regiones de los Andes. Este hecho es semejante al que se observa en Europa donde las plantas del extremo norte se vuelven á hallar en las montañas de los Alpes; pero aquí acaba la analogía. La vegetacion de Chile no se parece á ninguna otra, pues si bien se asemeja á la de Australia por el gran número de proteáceas que pueblan sus selvas, tambien se aleja de ella bajo muchos otros aspectos. Difiere igualmente de la vegetacion de toda la parte situada al este de los Andes; por sus cácteas y sus bromeliáceas, ofrece alguna analogía con la del Brasil, pero las orquídeas, tan comunes en este último país, faltan aquí casi enteramente y no están representadas sino por el género *chlorea*: las rubiáceas arborescentes son raras y las melastomáceas faltan absolutamente, lo mismo que las bignognáceas, las marantáceas y las begonias.

AGRICULTURA.

Acabamos de presentar la vegetacion de Chile en su estado natural, tal como ha debido presentarse á los primeros europeos que pisaron sus playas; pero, como en todas las partes del mundo, la mano del hombre ha operado, allí, grandes cambios. Los espesos bosques que ocupaban vastos espacios se han destruido para dejar el lugar á productivas culturas : todo lo útil que habia en la vegetacion de las regiones mas lejanas, se ha introducido sucesivamente en Chile. Á los raros frutos que producia el país, se han agregado los de los árboles frutales de Europa y Asia, los cereales y hasta las yerbas forrageras han ido á reemplazar las plantas que producia naturalmente el suelo. No dariamos, pues, mas que una idea muy imperfecta de la vegetacion actual de Chile si no tuviésemos en cuenta todos los cambios que se han operado allí. Seguiremos en esta exposicion la misma marcha que para los vegetales indígenas, ocupándonos primeramente de la vegetacion arborescente y despues de los vegetales herbáceos.

Los árboles que suministran las maderas de construccion, en Chile, pertenecen casi todos á la familia de las coníferas ó á la de las cupulíferas. En la primera se hallan el alerze (*libocedrus tetragona*), el ciprés (*libocedrus chilensis*) y el maniu (*podocarpus chilina*). El alerze que es el mas antiguamente conocido, da una madera tierna pero resistente á la humedad; sus fibras casi rectas permiten henderle en tablas muy delgadas, sin recurrir á la sierra. El ciprés da una madera mas compacta y mas dura, pero el árbol de estos que reune las mejores calidades es el maniu que solo se emplea de pocos años á esta parte. Las cupulíferas dan el roble (*fagus obliqua*) y el cohihue (*fagus Dombey*); el roble suministra la

madera mas dura, cuya parte central, conocida con el nombre de Pellin, está ligeramente rosada y puede permanecer en el agua mucho tiempo sin alterarse. El cohihue, que es el árbol que llega á tener las mayores dimensiones, da una madera mas hermosa que el roble, y ménos dura y parecida á la del haya. Tambien se explota el laurel (*laurellia aromática*) y el lingue cuya corteza se emplea en las tenerías, una mirtácea, el luma, que da una madera de una dureza notable, empleada sobre todo en la construccion de carruajes, y otros varios árboles de la misma familia. En fin, el algarrobo (*prosopis siliquastrum*), el litre (*litrea venenosa*), el guayacan (*gourliea hygrometrica*), suministran excelentes maderas de ebanistería.

Entre las especies exóticas, se nota el nogal, el álamo, el acacia y la encina. El nogal, cuya introduccion data de muchísimos años, crece perfectamente entre los grados 32 y 37, donde alcanza notables dimensiones. El álamo de Italia, hoy dia muy numeroso en las provincias medias, suministra casi todas las maderas empleadas en las construcciones ligeras : el acacia, no tan antiguamente conocido, sirve para construir carruajes; este árbol que crece en las tierras mas áridas y exige muy poca agua, se ha aclimatado perfectamente en las provincias centrales. La encina, introducida en un principio como árbol de adorno, empieza ya á ser objeto de una gran cultura, pues crece, en Chile, con notable rapidez, prosperando principalmente en las provincias de Santiago y de Colchagua : es el árbol que convendria mas para repoblar las partes desarboladas de la costa, entre Valparaiso y el Maule. Otros árboles que se cultivan aun únicamente como plantas de adorno, merecerian tambien ser objeto de grandes plantaciones; tales son el *ailantus glandulosa* y el castaño, cuyas maderas poseen calidades muy notables. El olmo se cría tambien perfectamente en

Chile y da una madera preciosa por su resistencia y elasticidad. Tales son los principales árboles exóticos que han sido introducidos en Chile. Se ve que convendrian perfectamente para arbolar las partes de la cordillera marítima, que una cultura imprevisora ha hecho estériles, y para proveer así, al país, de un nuevo elemento de riqueza.

Originariamente no poseía Chile mas que un corto número de árboles frutales : el piñon, fruto de la *araucaria imbricata*, el avellano, el covile (*lardizabala*), el maqui, el murta (*myrtus uni*) y en fin las vainas azucaradas del cohihue, eran los únicos frutos que tuvieron los primeros habitantes : pero hoy dia posee el país casi todos los frutos de Europa y varios de los que solo crecen bajo los trópicos. El naranjo, el limonero, el cidro, se crian muy bien en las provincias del norte y aun bajo el grado 36, tanto en el valle longitudinal como en los que se extienden hácia el mar. El granado se cria tambien, el olivo, que crece igualmente en la misma zona, pudiera ser para el país una fuente de grandes riquezas : este árbol prospera en Chile de tal modo, que en ninguna otra parte dá aceitunas mas hermosas, pero todas se consumen en fruto. El dia en que se cultive en cantidad bastante grande para extraer aceite, será su cultivo una de los mas productivos de Chile. La higüera que se encuentra hasta en la provincia de Atacama; allí donde un pequeño manantial de agua pueda abastecer de agua la vegetacion, dá en todas partes magnífica fruta y produce dos cosechas al año; la de la primera, que son las brevas, se comen frescas, pero la de la segunda, es decir, los higos, no solo se comen frescos, sino que los secan y se hace con ellos un comercio considerable. La higuera no crece solamente cerca de la costa y en el valle longitudinal, sino que sube aun á bastante altura en los valles que desembocan de los Andes : nosotros la hemos encontrado en

Huanta y en el valle del Maipo á 1300 metros sobre el nivel del mar.

Á estos árboles oriundos del mediodía de Európa y Asia, se agregan dos especies propias de la América tropical, el chirimoya (*anona chirimoya*) y el lucuma (*lucuma obovata*): el chirimoya produce uno de los frutos mas exquisitos de los trópicos, pero es bastante sensible al frio y no puede cultivarse mas que en algunos valles abrigados, tales como el de Quillota y de la Ligua, porque reunen el calor y humedad que les son necesarios; este árbol no se cria en el sur, mas allá del grado 34. El lucuma, oriundo del Perú, produce tambien excelentes frutos y crece en los mismos sitios. En fin, debemos citar aun al níspero (*mespilus*) que se cria perfectamente en la provincia de Santiago y cuya cultura se extiende cada dia.

Los árboles frutales de las regiones templadas de Europa, se cultivan principalmente en las provincias del centro y del sur. El melocoton es uno de los primeros árboles introducidos en Chile donde se ha multiplicado de un modo extraordinario; su fruta es excelente y gracias á sus numerosas variedades, se pueden hacer cosechas de ella desde fines de Diciembre hasta Marzo. El albaricoquero y el almendro crecen perfectamente en las provincias centrales; el manzano, el cerezo, el ciruelo y el grosellero pueden extenderse mas hácia el sur, hasta el grado 42, donde prosperan, aun, perfectamente.

El peral, el manzano y el membrillero se crian igualmente en las provincias del sur y en las del centro. Las hermosas especies de peras empiezan á cultivarse en la provincia de Santiago, donde es esta fruta de una calidad superior. El manzano no prospera allí tanto, porque prefiere, sobretodo, las provincias del sur, donde se ha multiplicado de un modo extraordinario, pues se le halla no solo cerca de los

lugares habitados, sino tambien hasta en el interior de los bosques : las manzanas de estos árboles silvestres, se emplean solo para fabricar la sidra, pero las de los árboles cultivados, son excelentes, sobretodo las de las provincias de Valdivia y Llanquihue, notables por su belleza.

Tambien el castaño se cria bien en las provincias centrales de Chile. Se ven algunos árboles en las cercanías de Santiago, pero el terreno de aluvion del valle longitudinal no es el que mas le conviene. Los terrenos graníticos son los que mas gustan al castaño y creceria perfectamente en las colinas cercanas á la costa. Las plantaciones de este árbol serian muy productivas, no solo por la cosecha de su fruto, sino por la excelente calidad de la madera que suministra.

La viña viene naturalmente á ocupar su puesto despues de los árboles frutales. Aunque introducida en Chile poco despues del establecimiento de los españoles, su cultivo no ha tomado un gran desarrollo sino de veinte años á esta parte. Las primeras cepas que se importaron, habian degenerado por falta de cuidado y el vino que produjeron las uvas fué muy mediano y su preparacion muy imperfecta : la introduccion de nuevas cepas, un cultivo mas esmerado y los perfeccionamientos con que se ha dotado la fabricacion del vino, han mejorado considerablemente la calidad de este.

La viña se cria en Chile desde el valle de Copiapo hasta el Bio-bio, pero la calidad de los productos que suministra, varia considerablemente con la latitud; y bajo este punto de vista, hay pocas regiones que puedan ofrecer tan grande variedad de vinos. En las provincias de Coquimbo y de Atacama, las variedades del mediodía de Europa son las que mejor éxito tienen y las mas propias para dar vinos generosos, tales como Oporto, Jerez y el Rancio. En las provincias de Aconcagua y de Santiago, prosperan muy bien las cepas del Bordeles y de Borgoña, siendo estos vinos los

que forman hoy dia la base de las grandes explotaciones vinícolas. Sin embargo, tienen que luchar contra dos causas que impiden que adquieran los vinos todas las calidades de aquellas partes de Europa de donde proceden. Las lluvias son demasiado raras para que la viña pueda crecer sin riego; esta es tanto mas productiva cuanto mas abundante es el agua, pero con detrimento de la calidad del vino : por otra parte, la frescura de las noches retarda la madurez de la uva, impidiendo de este modo la produccion del principio azucarado. La parte de Chile donde se pueden obtener los mejores vinos es aquella donde la viña puede crecer sin riego, esto es, en la parte comprendida entre los grados 35 y 37. Los cambios de temperatura son allí ménos bruscos y en los parajes al abrigo de los vientos del sur, pasa rápidamente la uva por todas las fases de su desarrollo; así, los valles del Maule y del Itata, son famosos por la excelente calidad de sus productos.

La uva no se emplea solo en la fabricacion del vino, pues los valles del Huasco y de Coquimbo producen pasas superiores á todas las especies conocidas. Estas uvas, secadas al aire libre y sin ninguna preparacion, conservan su color, trasparencia y todo su aroma. Si tomase esta industria mas desarrollo, no cabe la menor duda que seria para aquellas provincias una verdadera fuente de riqueza; pero hasta ahora los productos que ha dado bastan apénas para el consumo de Chile y no se conocen en los mercados extranjeros.

Lo mismo que los árboles frutales posee Chile todas las plantas cultivadas y estas con la diversidad de climas, hallan todas las condiciones necesarias para su desarrollo; pero la base de las grandes culturas, la forman los cereales, las patatas, los frijoles y entre las plantas forrajeras la alfalfa. Los cereales que se cultivan en grande escala son : el trigo,

la cebada y el maiz. El trigo se cria muy bien desde el grado 30 hasta el 40, pero su cultura es muy limitada en el norte por los riegos que necesita, y depende, por consiguiente de la cantidad de agua de que puede disponer cada localidad. La siembra se hace ordinariamente en Junio y Julio despues que las primeras lluvias han humedecido la tierra y la cosecha hácia fines de Diciembre. En las provincias de Aconcagua y Coquimbo es donde es mas considerable el rendimiento : las buenas tierras producen de 18 á 20 por uno, pero á medida que se adelanta hácia el sur, disminuye este rendimiento, siendo solo de 8 á 10 en la provincia de Concepcion. En el sur de la provincia de Aconcagua, conserva el suelo, en algunas partes, bastante humedad para poder prescindir de los riegos, como sucede en los vertientes de las montañas y en las cercanías de la costa : el rendimiento es allí ménos grande, pero los productos ganan en calidad, pues preservado de las malas yerbas que llevan consigo las aguas de los riegos, crecen los cereales mas espesos y contienen ménos semillas extrañas. El trigo se cultiva aun al sur del grado 40 en los departamentos de Valdivia y de Osorno, pero las cosechas son inciertas allí, porque la abundancia de lluvias impide muchas veces la madurez ; en fin, cerca del grado 42 el tallo se queda herbáceo y el grano no puede formarse, lo que equivale á decir que es el límite de la cultura de este cereal.

La cebada se cria poco mas ó ménos en los mismos parajes que el trigo, pero prospera, en el sur, algo mas que este. El maiz, al contrario, no pasa mas allá del grado 36; el que se cultiva, cerca de Concepcion, dá muy malos productos. Donde mas prospera es en las provincias de Coquimbo, Aconcagua y Santiago, llegando á tener allí los tallos dos metros de altura.

De algunos años á esta parte se ha introducido la cultura

de la avena y del alforjon en las provincias de Valdivia y de Llanquihue; estos dos cereales se crian allí bastante bien, sobretodo el alforjon, que parece que no sufre con la continuacion de las lluvias.

Despues de los cereales, la patata ó papa, ocupa el segundo lugar en las grandes culturas, y aunque esta planta se cria bien en todas partes, es en el sur donde estos tubérculos alcanzan toda su perfeccion: las papas ó patatas de Chiloe y de Valdivia gozan de una justa celebridad, y puede decirse que la papa está allí en su tierra. Esta planta, cuyo orígen ha sido incierto durante mucho tiempo, se cria actualmente en diferentes regiones de América, principalmente en la region media de los Andes, donde la hemos hallado con mucha frecuencia, tanto en Chile como en Bolivia. Las plantas, en su estado natural, no producen sino tubérculos muy pequeños y sin duda á la cultura (conocida ya en tiempo de los Incas), es á la que se deben los que son comestibles, varias de las cuales recuerdan aun el tipo primitivo; tales son la papita dulce de Valdivia y la papa violeta de Bolivia.

Los frijoles son tambien objeto de grandes cultivos, y entran en una gran proporcion en la alimentacion de los habitantes de los campos. Su cultivo tiene principalmente un éxito feliz en las provincias del norte y del centro. Las heladas tardivas que se dejan sentir, con mas fuerza, al sur del grado 36, hacien allí muy incierta la cosecha y son reemplazadas por los guisantes ó alberjes, que resisten mas á la accion de las heladas.

Una sola planta forrajera se cultiva en Chile; esta es la alfalfa, cuyo cultivo adquiere cada dia mas importancia desde la introduccion de las máquinas segadoras. Limitada en un principio á las necesidades de las grandes ciudades, es hoy dia un ramo importante de comercio: secada y

prensada, se la envia á la costa de Perú, donde constituye, con la cebada, el alimento de las numerosas acemilas empleadas en el laboreo de las minas y en el trasporte de las mercancias al interior del país. Donde este cultivo ha tomado mayores proporciones es en las provincias de Santiago y Colchagua, pues en las demas pace el ganado en las praderas naturales. La suavidad del invierno y la grande extension de las praderas, hacen inútil la cosecha del heno; y como la vegetacion no se halla nunca enteramente suspensa, los ganados encuentran siempre qué comer. Por esta misma razon los forrajes raíces son allí casi desconocidos : en las provincias del sur, la quila (*chusquea quila*), que crece en las orillas de los bosques, les suministra abundantes pastos todo el año.

Las plantas de hortaliza se crian perfectamente en toda la extension de Chile. Las sandias, los melones, los zapallos se cultivan en grande escala, en las provincias del norte y del centro : los melones de las provincias de Aconcagua y Santiago son muy estimados y con razon. El cultivo de la sandia está igualmente bastante extendido, lo mismo que el del zapallo. Vienen luego, en segundo lugar, el espárrago, la alcachofa, la col y la lechuga. Estas últimas plantas se crian tambien y aun con calidades superiores, en la colonia de Punta-arenas, á los 53° de latitud sur.

Independientemente de las plantas introducidas por los cultivos, produce Chile naturalmente algunas otras que son tambien comestibles. En primer lugar aparece el frezal, que crece en abundancia desde el grado 35 hácia el 38 : esta especie se ha mejorado considerablemente con la cultura y produce, en abundancia, frutos de excelente calidad. Otra planta de la familia de las amarilideas, la *alstroemeria*, produce unos tubérculos de donde se saca una fécula de superior calidad, conocida en el país con el nombre de chuño

de Concepcion. Se cria esta planta en los llanos arenosos contiguos al mar, entre los grados 35 y 37, y con tanta abundancia que no exige la molestia de cultivarla : la cosecha se hace en marzo y abril, bastando machacar los tubérculos y lavarlos para sacar de ellos la fécula; esta sale perfectamente pura del lavado y es mucho mas fina que la fécula de papa, sin sabor, y su uso se recomienda todos los dias en las afecciones de las vias digestivas.

Las plantas industriales que se cultivan en Chile son aun poco numerosas, siendo el cañamo y el lino las únicas que se cultivan en grande escala. El cañamo se cria perfectamente en las tierras ricas y profundas del valle longitudinal; los de la provincia de Aconcagua, sobretodo, gozan de muy buena reputacion. El lino, cultivado principalmente como planta oleoginosa, se cria bien en las provincias del sur, donde crece naturalmente, pero hasta ahora no se le ha utilizado como planta textil. Varios ensayos hechos para cultivar el algodon, han demostrado que esta planta se cria muy bien en toda la parte de Chile situada al norte del grado 33. Ninguna otra planta oleaginosa, excepto el lino, se ha cultivado aun en Chile : los aceites que se usan para el alumbrado se sacan principalmente de algunas crucíferas que se crian naturalmente en los barbechos, siendo las principales el *sinapis nigra* y el *brassica campestris*.

La remolacha no se cultiva aun mas que como planta de hortaliza. Su cultura, sin embargo, seria de la mayor importancia para Chile donde el consumo de azúcar es considerable. A pesar de que el único ensayo que se ha hecho en la fabricacion del azúcar, no ha dado buenos resultados, por haberlo emprendido con malas condiciones, no hay que deducir por eso que esta industria no conviene en Chile, pues la remolacha allí es á lo ménos tan rica en azúcar como en las regiones mas privilegiadas; pero las dos condi-

ciones necesarias para obtener un buen éxito en la fabricacion del azúcar, la eleccion de un terreno adecuado y la época oportuna de la cosecha, han sido descuidadas en todos los ensayos hechos hasta aquí.

Aunque en Chile no se cultiva aun ninguna planta tintorial, todo induce á creer, sin embargo, que la cultura de la rubía daria muy buenos resultados. En fin, debemos citar aun algunos productos naturales de los cuales puede sacar buen partido la industria; la corteza del quilaia y el extracto que de ella se saca, son ya objeto de una exportacion bastante importante : se emplea principalmente en los talleres de tintura para los matices delicados que no podrian resistir á la accion del jabon. La gran cantidad de tanino que contienen los frutos del *balsamocarpum* podria utilizarse tambien en la tintura y curtido de las pieles. En fin, varias plantas se emplean diariamente en la medicina : la cachanlaguen (*erithræa chilensis*) es un tónico que reemplaza la quina en el tratamiento de las fiebres y en la anemia; el pircum es un drástico de la mayor energía; el palqui, el calen, las cortezas aromáticas del boldú y del canelo, se emplean todos los dias en la medicina popular.

Si echamos ahora una ojeada restrospectiva sobre el conyunto de la vegetacion de Chile, se verá que la mayor parte de su superficie está aun ocupada por vegetaciones indígenas. En las provincias del norte los cultivos siguen las márgenes de los rios sin extenderse mucho mas allá. En las provincias del centro ocupan toda la llanura longitudinal y los valles que se extienden hácia el mar, lo mismo que una gran parte de la cordillera marítima; pero los valles de los Andes están aun casi incultos : en fin, desde el grado 38 no se encuentran tierras cultivadas mas que de trecho en trecho, esparcidas en aquella inmensa region de selvas. En las partes donde está mas propagada la cultura,

los prados naturales ocupan aun la mayor superficie del suelo. Así pues, existe aun en Chile una gran extension de tierra que no se ha utilizado todavía : hé aquí el porvenir del país; esto será su mayor riqueza y la mas incontestable.

FAUNA DE CHILE.

Lo mismo que para los vegetales, la cordillera de los Andes forma el límite entre las dos faunas de la América del Sur, es decir, la fauna occidental y la fauna oriental. Esta separacion, sin embargo, está muy distante de ser tan absoluta, y varias especies que viven en las Pampas, se hallan igualmente en Chile. Los mamíferos terrestres son comparativamente raros, pues no se cuenta mas que un corto número de grandes especies : las aves son mucho mas numerosas así como los reptiles y los peces. No pudiendo describir aquí todas las especies, nos limitaremos á las mas notables, remitiendo al lector, para más amplios detalles, á las obras especiales y particularmente la del Señor Gay (1). En Chile no hay ningun cuadrumano : los carnívoros están representados por el género felis, canis, las mofetas, nútrias y murciélagos. La especie mas numerosa es la *felis concolor,* conocida en el país con el nombre de leon. El jaguar, tan comun en la otra parte de los Andes, no existe en Chile. El leon, mucho ménos feroz que el de Africa, habita sobre todo en las regiones cubiertas de árboles de donde sale de noche para atacar al ganado, ó bien en los parajes mas desiertos de los Andes, donde caza los guanacos y los pequeños cuadrúpedos; tiene poco mas ó ménos un metro y medio de largo y de 60 á 70 centímetros de alto; su piel es de un color leonado claro sin ninguna mancha ó raya. Es objeto

(1) Historia física de Chile : Zoología.

de una caza constante y por eso huye siempre del hombre, alejándose cada dia mas de los parajes habitados. Otras dos pequeñas especies casi del tamaño del gato doméstico, el guina y el colocolo, habitan igualmente los bosques.

Dos especies de zorros, el *canis fulvipes* y el *canis magellanicus*, habitan en Chile donde son conocidos con el nombre de zorra : la primera no se encuentra mas que en los archipiélagos de Chiloe y de los Chonos ; la segunda está esparcida por todas partes desde el desierto de Atacama hasta el sur; es algo mas pequeña que la zorra de Europa, pero tiene el color y las costumbres de esta. Otro pequeño carnívoro, el quique (*galictes vitata*), es tambien bastante comun, con los costumbres del huron; se le emplea para destruir las ratas. La mofeta, conocida con el nombre de chingue, se halla con bastante frecuencia en las provincias centrales. Los murciélagos son bastante comunes, y se conocen siete especies de ellos, pertenecientes á diferentes géneros, siendo el mas notable el *vespertillo velatus*.

Los ROEDORES son muy numerosos y se conocen á lo ménos veinte especies ; la mayor es el viscacha, que se halla principalmente en las provincias del norte, donde habita las rocas, alejándose de ellas rara vez ; es mas grande que la liebre ; tiene sus costumbres, el color de su piel es de un gris ceniciento y su carne de buena calidad. Otro roedor que suministra forros muy estimados, es la chinchilla (*chinchilla lanigera*). Este animalejo, largo de 20 á 25 centímetros, habita las provincias del norte donde se cava madrigueras. Como es muy sensible al frio, no se le encuentra ni en las partes elevadas de los Andes, ni al sur del grado 32, prefiriendo las mesetas que se extienden entre la cordillera marítima y los últimos estribos de los Andes. En fin, una especie vecina de la del castor, el coipu (*myopotamus coypus*),

viene á completar la serie de los grandes roedores : aunque bastante raro, se le encuentra en las orillas de los rios, en las provincias centrales y en las del norte.

Los PAQUIDERMOS y los SOLÍPEDOS no tienen representantes en Chile. De los rumiantes se conocen tres grandes especies, dos de las cuales, la vicuña y el guanaco pertenecen á los camelíneis. La vicuña, aunque muy rara en Chile, se encuentra algunas veces en el extremo norte, en las altas regiones de los Andes del desierto de Atacama. El guanaco, al contrario, es muy comun y se le halla desde el norte hasta el estrecho de Magallanes ; habita las regiones elevadas de los Andes donde vive en manadas numerosas, y solo cuando la nieve cubre la tierra, baja á los valles. En las provincias del sur se acerca mas á la costa y no es raro hallarlo en manadas en las montañas de la cordillera marítima.

Los CIERVOS están representados por dos especies, el *huelmul* y el *pudu.* El huemul (*cervus chilensis*), es la especie mayor ; su estatura es casi la del ciervo, teniendo tambien el color ; es un animal bastante raro que habita principalmente las provincias australes.

La otra especie, el *cervus pudu*, es mucho mas pequeña ; no tiene mas que dos piés de longitud, de color pardo claro algo parecido al colorado, con el cuerpo encogido y las patas muy delgadas ; habita igualmente las provincias australes, donde se le encuentra en los bosques entre Colchagua y Concepcion. Tales son los principales mamíferos indígenas. En cuanto á los mamíferos anfibios y los cetáceos, son los mismos que los que se encuentran en los mares australes y no pertenecen exclusivamente á Chile.

Las AVES son incomparablemente mas numerosas que los mamíferos, y muchas de sus especies no pertenecen mas que á Chile. Vamos á citar las mas notables. Entre las aves de rapiña figura desde luego el condor, que no solo caza los pe-

queños cuadrúpedos sino hasta el mismo guanaco. Se le encuentra casi en todo Chile, desde la cordillera marítima, hasta las regiones elevadas de los Andes: anida en lo hueco de las rocas mas escarpadas, donde se refugia durante la noche. Cambia de color con la edad; los jóvenes tienen la pluma de un moreno castaño que se vuelve negro envejeciendo. Esta ave causa bastantes estragos en los ganados de Chile, pues ataca á los carneros, los terneros y los potrillos. Sin embargo, su principal pasto son los cadáveres de animales. Se ve, entónces, al condor, en bandadas considerables, volar á una grande altura y bajar, describiendo grandes círculos, sobre el animal que acaba de morir. Chile posée aun otras dos especies de buitres mas pequeños, el urubu y el jote; — una especie de águila, el *pontoaetus melanoleucus* y once ó doce especies de alcones, de los cuales el traro (*caracara vulgaris*) es el mas notable. Esta ave se halla casi en todas partes, principalmente cerca de los caminos, viéndosela tambien muchas veces en las playas donde se alimenta de peces y crustáceos.

Las aves nocturnas están representadas por el buho (*buho magellanicus*), los buhos comunes (*ulula vulgaris*, etc.), los mochuelos (*noctua pumila* y *N. canicularis*) y las lechuzas. El buho, que llaman en Chile tucuquere, llega á tener 50 centímetros de largo, es de color moreno oscuro y anida en las partes mas retiradas de los bosques. El pequen (*noctua canicularis*) vive en madrigueras donde está metido durante la mitad del dia y de la noche y solo caza al amanecer y al anochecer; se aparta poco de su nido y nunca vuela á una grande altura.

Los PAJAROS figuran por 98 especies que pertenecen á los géneros *caprimulgus*, *cypselas*, *hirundo*, *alcedo*, *trochilus*, *upusenthia*, *certhilanda*, *synullaxis*, *anabates*, *dendrocolaptes*, *rhinocrypta*, *pteroplochos*, *scytalopus*, *merulaxis*, *thriotho-*

rus, *troglodytes*, *sylvia*, *regulus*, *muscisaxicola*, *anthus*, *corydalia*, *dasycephala*, *geailaria*, *turdus*, *mimus*, *tænioptera*, *alecturus*, *myobias*, *muscicapa*, *calicivora*, *cacicus*, *agelaius*, *leistes*, *chrysomitris*, *chlorospiza*, *fringilla* y *rhizotoma*. El género hirundo no cuenta mas que una sola especie, el *hirundo cyanoleuca*, que es de un hermoso azul en la parte superior del cuerpo y blanco por debajo. Los pájaros moscas no son muy numerosos, pero se hay algunas especies muy notables, tales como el *trochilus gigas*, que es el mayor de su género, y se encuentra en las provincias centrales. El *trochilus stephanoides*, notable por su brillante plumaje, es la especie que se adelante mas al sur y se la halla hasta en Patagonia. El género *regulus* contiene tambien una linda especie, conocida en el país con el nombre de siete colores, que vive en los lugares pantanosos y anida en los juncos y cañaverales. Los turtideis encierran dos especies bastante comunes, que son una caza excelente, el *dasycephala livida* y el *turdus fuscatus*, conocidos en el país con el nombre de zorzales. El género leistes está representado por una hermosísima especie, la loica (*leistes americanus*). Entre los pájaros cantores figuran dos especies del género *chrysomitris*, conocidas en el país con el nombre de jilguero. La diuca (*fringilla diuca*) y el chincol (*fringilla matutina*).

El órden de los TREPADORES está representado en Chile por seis especies, de las cuales tres pertenecen á la familia de los papagayos y tres á la de los picos. Los primeros son el loro (*conurus cyanalysius*), el *conurus monochus*, el choroy (*enicognathus letorancus*). Estos papagayos son muy comunes en el sur de Chile; anidan cerca de los rios, en los ribazos escarpados, donde cavan agujeros para hacer su nido. En la época de la cosecha se les ve, en bandadas numerosas, abalanzarse sobre los campos de maíz donde causan muchos desperdicios.

Los *picos* llamados carpinteros, son bastante raros y viven en los bosques; dos pertenecen al género *picus* y la tercera especie es el *colaptes pitiguus* que se halla principalmente en las provincias centrales.

Las COLOMBEAS están representadas por cinco especies; la turcasa (*columba araucana*), que es la mayor de todas, vive en los bosques, donde es muy comun y muy buscada, por ser una caza excelente. Otra especie, igualmente buena, es la tórtola (*zenaida aurita*), notable por sus hermosas plumas doradas que adornan su cuello y lados de su cabeza. La tortolita cordillerana (*zenaida boliviana*) es una especie mas pequeña que se encuentra en bandadas numerosas; vive en medio de las rocas y llega á anidar á una altura de mas de 4000 metros. En la cordillera es tambien donde se encuentra la *peristera auriculata*, algo mayor que la precedente y con plumas de un color mas claro.

Las gallináceas son en número de diez especies pertenecientes á los géneros *attagis*, *tinochorus*, *chionis*, *nothura*, y *tinamotis*. El *attagis Gayii* ó perdiz de la cordillera, tiene cerca de un pié de largo; el color de la parte superior de su cuerpo es de un moreno claro rayado con líneas mas oscuras que forman como una especie de aguas; la parte inferior es de color isabela; su carne es blanca y de excelente calidad. La *nothura punctuata* y la *nothura perdicaria*, son tambien una caza excelente; habitan las partes bajas de Chile, desde el mar hasta los Andes.

Las TINOCHORUS, conocidas con el nombre de perdicita y petaquita, son unas pequeñas gallináceas de siete á ocho pulgadas de largo que viven sobretodo en la cordillera.

Al frente de las ZANCUDAS figura el avestruz de América (*rhea americana*). Esta especie, muy esparcida al este de los Andes; no se la encuentra mas que hácia el extremo sur de Chile, en la Patagonia y en la Tierra-de-Fuego. Está muy

hostigada por los indígenas que la buscan con afan á causa de la suavidad de sus plumas, muy estimadas para la manguiteria : los patagones se hacen con ellas grandes capas que les preservan perfectamente del frio. Una especie de cigüeña (*ciconia magnaria*), se encuentra muchas veces en las provincias del sur, donde hay tambien tres especies de garzas, de las cuales las mas notables son el *ardea egreta,* que se ve con frecuencia en las orillas de los rios de las provincias centrales, y el *ardea candidisima*, especie mas pequeña que vive en los mismos parajes. La bandurria (*ibis melanopsis*) se encuentra, en bandadas numerosas, en las praderas húmedas. Otra especie del mismo género conocida en el país con el nombre de cuervo (*ibis falcinellus*), vive aislado en la orilla de las aguas. En las provincias del sur se encuentra la espátula (*platalea ajjacia*). Las aves frias están representadas por el queltrehue (*vanellus cagenensis*), y las avecasinas (gallinetas ciegos), por el *galtinago paraguiæ* y el *richæa semicollaris*. El piden (*rallus bicolor*), y la tagua (*gallinulla crassirostris*) habitan las aguas de Chile.

Las PALMÍPEDAS son notables por sus grandes y hermosas especies. En primer lugar figura el flamenco, que se encuentra en grandes bandadas en los lagos de la Cordillera : el cisne de cabeza negra que habita los mismos parajes, así como los piuquenes (*bernicla melanoptera*). Los patos se refieren á cinco ó seis especies; el *raphipterus chilensis* (pato de la Cordillera), frecuenta los lagos de los Andes, el *mareca chilensis* (pato real), el *anas specularis* (pato del rio) el *quesquedul cæruleata* (pato colorado), se encuentran en los rios y los lagos de los llanos. El huala (*podiceps chilensis*) se encuentra exclusivamente en los rios y los lagos del sur, viajando siempre en parejas y dando, de cuando en cuando, un grito plañidero. En fin, el albatros (*diomœda*

exulans) habita los mares contiguos al estrecho de Magallanes y la Tierra-de-Fuego.

Los REPTILES son poco numerosos y no hay entre ellos ninguna especie venenosa. Los quelonios faltan absolutamente; los saurios son todos de pequeño tamaño, á pesar de estar representados por unas veinte especies. Los mas grandes son el *proctotrelus chilensis* y el *aporomera conroata.* Los ofidios no tienen mas que una sola especie, la *coronella chilensis,* conocida con el nombre de culebra; es bastante comun y sobre todo inofensiva. Los batracios comprenden unas quince especies que ofrecen poco interés; el mas grande es el *cystignathus cœneus*, conocido con el nombre de rana en las provincias del sur.

Chile no posée mas que un corto número de peces de agua dulce; en los lagos de los Andes no hay ninguno y en los rios de las provincias centrales muy poco. Esto depende, sin duda, de que sus aguas están turbias una gran parte del año. Solo en los rios del sur y en los riachuelos que nacen de la cordillera marítima, se encuentran algunas especies. Una pértiga, conocida con el nombre de trucha (*Percha trucha*), abunda bastante cerca de la costa, así como la liza (*Mugii liza*). El bagre (*trichomyocerus maculatus*), abunda en los rios del sur, así como muchas especies de atherina conocidas con el nombre de peje-rey, y que se encuentran en los lagos de los llanos y en los riachuelos. Los peces de mar son, al contrario, muy numerosos, siendo los principales la corbina (*micropogon lineatus*), el congrio (*conger chilensis*) la pescada (*merlus Gayi*) el robalo (*pinguiper chilensis*), y las sardinas (*clupora fulensis*).

Los CRUSTACEOS son muy comunes en los mares de Chile, pero no se conoce mas que una sola especie terrestre, el *as-*

tacus chilensis, llamado camaron ó cangrejo. Esta especie vive ya sea en los arroyos, ya en las tierras que permanecen inundadas una parte del año : cuando llega la estacion seca, cavan un agujero vertical en cuyo fondo se retiran, ahondándole mas y mas á medida que se va bajando el nivel de las aguas. La tierra que arrojan fuera forma un rodete al rededor de la abertura y no es raro ver, en las provincias del sur, anchas superficies cubiertas de estos pequeños montoncitos de tierra. Los crustáceos marinos que mas se buscan son los camarones, cangrejos y langostas. Los camarones abundan en toda la costa de Chile; los cangrejos, que tambien se llaman jaibas, tienen algunas especies comestibles, entre otras el *gecarcinus regius*. La langosta (*palinurus frontalis*) no se halla en las costas de Chile, sino en la isla de Juan-Fernandez desde donde la llevan con frecuencia al mercado de Valparaíso.

Los insectos de Chile son muy numerosos y algunos notables por sus colores ó la rareza de sus formas; pero no se encuentra ninguna especie útil. Las especies venenosas son, tambien, muy raras, figurando entre ellas una pequeña araña, el *tetrodectus formidabilis*, que vive en los parajes secos y cuya picadura causa á veces graves accidentes, sobretodo en la época de la siega, en que el calor agrava la inflamacion de la picadura. Se hallan igualmente algunas especies de escorpiones, pero su picadura es poco peligrosa; la mayor es el *Edwaradsii scorpio*.

Los moluscos abundan en toda la costa de Chile, pero citaremos solo aquí las especies comestibles. Una sola de estas, la ostra (*ostræa cibialis*) se vende en los mercados; no se la halla mas que en el sur, mas allá del grado 41, y principalmente en el archipiélago de Chiloe. Una excelente especie de almeja (*mitilus chorus*), conocida con el nombre

de choro, se halla en muchos puntos de la costa, sobretodo en la bahìa de Talcahuano y en la provincia de Coquimbo. Esta grande especie llega á tener á veces 20 centímetros de largo. Los mas empleados de los demas mariscos son : el ostion (*pecten purpureus*), que se halla principalmente en el norte desde Coquimbo hasta Caldera : el loco (*concholepas peruvianus*), cuya carne es muy dura y para ablandarla se la cuece en una lejia de ceniza ; los picos ó balanes y una venus (*venus taca*) muy esparcida en el sur.

En fin, debemos citar los esquinos, muy comunes en toda la costa.

La fauna de Chile se ha aumentado considerablemente con la introduccion de los animales domésticos : sin hablar del perro, este inseparable compañero del hombre se han trasportado sucesivamente allí, el buey, el caballo, el asno, el carnero, la cabra y otros, así como gran número de aves. Estos animales á consecuencia de los cambios de alimentos y de clima, han experimentado modificaciones que han creado nuevas variedades.

El buey, ese eje sobre el cual estriba agricultura de todos los países, introducido poco despues de la llegada de los españoles, se ha multiplicado admirablemente y hoy se le encuentra en todas partes, desde el desierto de Atacama hasta la Tierra-de-Fuego. La suavidad de los inviernos de Chile ha contribuido no poco á la propagacion de esta especie tan útil ; en efecto, el buey pasa todo el año al aire libre y vive, suelto, en los pastos. Cuando ya se han derretido las primeras nieves de los Andes, hácia los meses de noviembre y diciembre, van á los prados de la cordillera inmensos ganados de buyes para pasar toda la época del buen tiempo, siendo allí tambien donde se establecen las lecherías que dan los mejores productos. Al llegar el mes de marzo, bajan estos ganados á la llanura ó á los valles abrigados, donde

deben pasar el invierno: entónces es cuando se hace la enumeracion y se marcan los mas jóvenes. La cria del ganado mayor prospera muy bien en las provincias del sur, donde la humedad del clima conserva en buen estado excelentes pastos; los buyes mas corpulentos proceden de las provincias de Valdivia y Llanquihue.

La produccion del ganado excede en mucho á lo que Chile puede consumir, de modo que gran parte de las reses se exportan á otros países: la carne no se sala allí, como en la república Argentina, y no se hace mas que ponerla á secar bajo espaciosas ramadas, despues de haberla salpicado ligeramente con sal; para esto se aprovechan los meses de enero y febrero que son los mas secos del año. Esta carne seca, conocida con el nombre de charqui, se reune en porciones de un quintal cada una, se la ata fuertamente con tiras de cuero y se la exporta á toda la costa del Pacífico. El sebo se emplea en el país en la fabricacion de velas y jabon, y los cueros se envian á Europa, despues de haberlos salado: solo los huesos son los que hasta ahora no se han utilizado.

Casi todos los caballos de Chile proceden de la raza andaluza, pero esta se ha modificado poco á poco bajo el influjo del clima y de los alimentos, porque viviendo continuamente al aire libre ha experimentado todas sus impresiones. Donde mejor se ha conservado el tipo andaluz, es en las provincias de Aconcagua, Coquimbo y Santiago: acostumbrado á vivir en regiones montañosas y á soportar grandes variaciones de temperatura, ha adquirido una fuerza notable, de modo que el caballo chileno es hoy dia uno de los que mas resisten á la fatiga, pudiendo andar facilmente, de un tiron, veinte leguas, por terrenos escabrosos.

El caballo de las provincias del sur es mayor, pero tiene ménos energía que el del norte y resiste, por consiguiente, ménos que este último á los viajes en las regiones montañosas.

De algunos años á esta parte se han introducido en Chile dos nuevas razas, el caballo ingles y el que lleva el nombre de percheron; este último, bien conocido como caballo de tiro, será de mucha utilidad para la agricultura.

Antes de la construccion de los ferro-carriles, casi todos los trasportes se hacian en Chile á lomo de mulo ó en carretas tiradas por buyes; así es que en las regiones mineras hay un número considerable de mulos que no solo son sumamente utiles, sino que su resistencia á la fatiga, la seguridad en su marcha por los senderos mas sinuosos, les hacen indispensables para trasportar los minerales y víveres, en las montañas escarpadas donde se hallan las minas, así como para los cambios de mercancias que se hacen entre Chile y la república Argentina.

El asno es aquí, como en muchos otros países, el recurso de los pobres; sobrio, sufrido é infatigable, se emplea para los trasportes en las partes mas escabrosas; abunda, sobretodo, en las provincias del norte, donde él solo trasporta el agua y los víveres á las minas cuyo acceso presenta las mayores dificultades.

La introduccion del carnero en Chile es casi contemporánea del descubrimiento. Descuidada esta raza durante mucho tiempo, daba lana de calidad muy inferior, pero de algunos años á esta parte, las razas de merinos y sobretodo la de Rambouillet, se propagan mas y mas y el comercio de lanas adquiere cada dia mas importancia.

Hace mucho tiempo que la cabra existe en Chile y se ha multiplicado principalmente en el norte, donde la escasez de pastos no permitia medrar los ganados. La cabra utiliza los numerosos arbustos que se crian en las tierras mas áridas y no requiere ningun cuidado; por esto es la compañera inseparable de los habitantes de las pobres chozas diseminadas en aquellas regiones desprovistas de cualquier otro

recurso : su leche les sirve de alimento y su piel, preparada en forma de un tapiz que se llama pellon en el país, les sirve á la vez de silla de montar y de cama, formando de este modo el mueble principal del pastor y del cazador. Bueno seria introducir en Chile las especies que dan las hermosas lanas del Thibet y Cachemira : la gran semejanza que existe entre el clima de los Andes y el de las regiones montañosas del Asia central, induce á creer que estas razas se criarian muy bien en Chile y le proporcionarian una nueva fuente de riqueza.

El cerdo existe en Chile desde los primeros tiempos de la conquista, y está, en efecto, citado en la historia de la fundacion de Santiago. En ciertas localidades, como en la isla de Chiloe, vive casi en estado salvaje y es el principal recurso de los habitantes.

Por último, debemos hablar del conejo, que no se conoce aun mas que en el estado doméstico, y que seria de gran recurso en un país donde la caza es tan rara. El conejo de soto se avendria muy bien en los collados de las provincias centrales que no sirven para la cultura, y lo mismo sucederia con la liebre.

La mayor parte de las aves domésticas de Europa, la gallina, el pavo, los patos, el ganso, los palomos, etc., están muy esparcidos en Chile. Hay tambien algunas gallinas de la China, y entre las especies que convendria aclimatar, debemos citar al faisan y á la pintada; esta última sobretodo, oriunda de África, seria un recurso para las provincias del norte, donde la gallina resiste poco á la accion prolongada del calor y de la sequía.

Hace pocos años que Chile ha adquirido dos insectos útiles, la abeja y el gusano de seda. La abeja está hoy dia muy propagada y abastece de miel y cera en cantidad suficiente para hacer un comercio considerable de exportacion.

La suavidad del invierno, y la abundancia de flores, durante la mayor parte del año, son circunstancias enteramente favorables á la apicultura. El gusano de seda no ha tenido tan buen éxito; los capullos son pequeños y la seda de mediana calidad; pero esto depende, quizá, de las localidades donde se han hecho las primeras pruebas. En la llanura de Santiago, situada á 600 metros sobre el nivel del mar, el aire es muy seco; las hojas del moral pierden su agua de vegetacion, se secan y se vuelven coriáceas, no pudiendo suministrar mas que un alimento de mala calidad. Las provincias del sur, principalmente las de Maule y Concepcion, serian, bajo este punto de vista, mucho mas favorables; la frecuencia de las lluvias mantendria una humedad conveniente, y no siendo necesarios los riegos, costaria mucho ménos la cultura del moral.

NOTA 1.

SOBRE LOS DATOS

QUE HAN SERVIDO PARA EL MAPA TOPOGRÁFICO Y GEOLÓGICO DE CHILE.

Los grandes gastos y el tiempo que exigen las operaciones geodésicas para ser llevadas con todo el esmero que comporta el estado actual de la ciencia, hacen que muchos estados no se animan á emprender obras tan largas y tan costosas; aunque persuadidos de la necesidad de poseer buenos mapas de su país. Pero si se considera que fuera de las cuestiones que se refieren á la configuracion del globo terrestre y que son exclusivamente del dominio científico, la misma exactitud no es ya tan necesaria, se reconoce la posibilidad de conseguir mapas de una exactitud suficiente para dar á conocer el país y servir de base á los trabajos públicos y de reducir á la vez de un modo considerable el tiempo y los gastos que comportan estas operaciones; es lo que he tratado de hacer para la parte mas poblada del terriforio de Chile; la que se extiende desde el grado 27 hasta el grado 42. Esta parte del territorio ocupada por altas cerranías presentaba grandes dificultades, pues á excepcion del espacio incluido entre la cordillera de la costa y la de los Andes, no ofrecia ninguna llanura; es este espacio conocido bajo el nombre de valle longitudinal que ha servido para establecer la grande cadena de triángulos con la cual vienen relacionarse todos los otros puntos. Esta cadena consta de 67 triángulos y se extiende desde el desierto de Atacama hasta el principio de la Araucania.

Al fin de facilitar las correcciones y evitar la acumulacion de los errores que podian resultar de las observaciones, esta cadena de triángulos ha sido dividida en cuatro partes relacionadas cada una con una base medida directamente, de tal modo que cada una de ellas se halla incluida entre dos bases que sirveu de verificacion. La longitud de las cinco bases que han sido medidas varia entre 700 y 2000 metros. Se ha empleado para estas operaciones reglas de madera de cuatro metros de largo llevando cerca de cada extremidad una plancha de bronce sobre la cual se hallaban trazados los rasgos de señales. La distancia entre estos rasgos habia sido medida con un metro dividido por Gambey. Cada regla descansaba sobre dos tripodes provistos de tornillos para nivelarlas y orientarlas; en fin la distancia entre los rasgos de ambas reglas era medida con una pequeña regla de bronce dividida en milímetros y mirada con miscróscopos que permitian valuar fácil-

mente la décima parte de milímetro. Cada base ha sido medida dos veces y el término medio de los resultados es el que se ha adoptado para los cálculos. Para relacionar estas bases con los vértices de primero órden, se las ha medido aproximativamente en la direccion de dos de estos vértices, y á igual distancia de los dos; dos señales auxiliares colocados sobre una línea perpendicular al medio de la base daban una primera combinacion de triángulos que servian á calcular la distancia que los separaba; pues esta, para hallar la de los vértices.

Los ángulos eran observados con círculos que daban á la lectura 15" y repetidos el número de veces suficiente.

Las posiciones de todos los vértices que corresponden á la cadena principal de triángulos han sido fijadas por este método, y los demas relacionados con uno ó mas lados de estos triángulos.

Siendo así fijada la posicion de los puntos de primer órden, los demas lo han sido empleando exclusivamente el método de los segmentos; siendo este método el mas expedito y el mas exacto cuando se tiene la precaucion de observar á lo ménos cuatro puntos entre los cuales se halla situado el de que se trata de fijar la posicion.

El azimut fondamental se ha obtenido por el ángulo formado por la señal situada sobre la cumbre del cerro de la Petaca, y la meridiana del antiguo observatorio del cerro de Santa Lucia; es tambien la latitud de la cumbre de este último cerro que ha servido para calcular las de los demas vértices; y es á él que se refieren tambien las longitudes. Como medio de verificacion se ha observado á menudo los azimutes de los lados de los triángulos, sea por la altura del sol en el primero vertical, sea por las alturas equidistantes.

Las altitudes de los puntos de primer órden han sido calculadas por medio de observaciones de distancias zenitales recíprocas; y las de las cumbres inaccesibles de la cordillera de los Andes por distancias zenitales observadas desde puntos muy elevados al fin de evitar en cuanto posible los errores debidos á la refraccion atmosférica. En fin para los puntos que no se prestaban fácilmente á esta clase de observaciones se ha recorrido á las observaciones barométricas. Las muchas observaciones que se han hecho á este respecto han permitido de comparar entre sí el método de las observaciones silmultáneas y el de las estaciones sucesivas; y es este último que ha dado siempre los mejores resultados. El modo de proceder era el siguiente; se observaba el barómetro á la orilla del mar y despues en otras estaciones situadas á poca distancia la una de otras hasta llegar al punto extremo y desde ahí se volvia á la orilla del mar por otra direccion. Las alturas barométricas despues de haber hecho las correcciones de variacion horaria y de temperatura, daban la diferencia de nivel entre cada estacion y para

verificarlas, se calculaban en sentido inverso partiendo del segundo punto observado en la orilla del mar. Si durante una de estas series se manifiestaba algun cambio atmosférico, su influencia se hacia notar en la de los resultados y ha sido posible cerciorarse de este modo que estos cambios afectan solo las regiones inferiores de la atmósfera miéntras son casi insensibles en las grandes alturas.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de las coordenadas geográficas que sirven de base al mapa de Chile son las que siguen :

$$H' - H = K \cos Z \frac{1 - e^2 \cos H}{N \sin 1''} - K^2 \sin^2 Z \frac{1 - e^2 \sin H \cos H}{2 N^2 \sin^2 1''};$$

$$P' - P = \frac{K \sin Z}{N \sin 1'' \cos H'}; \qquad Z' - Z = 180^\circ - P' - P \frac{\sin 1/2 (H + H')}{\cos 1/2 (H' - H)}.$$

H, H′ son las latitudes; P, P′, las longitudes; Z, Z′, los azimutes; la cantidad N tiene por valor $1/2 \left(\frac{a}{1 + e^2 \sin^2 H} \right)$ y $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$.

Por las cantidades *a* y *b* que son el grande y el pequeño eje de la tierra se ha tomado $a = 6377398^m$; $b = 6356080^m$.

Los espesos bosques que cubren la mayor parte del sur de Chile no han permitido extender la triangulacion mas allá del grado 38 y para levantar esta parte del territorio hasta el grado 42 ha sido necesario tomar por base las observaciones astronómicas y relacionar por medio de pequeñas triangulaciones, los puntos intermedios con los fijados por este método. Las dos estaciones principales son las de Valdivia y de Melipuli en las cuales se habia establecido un pequeño observatorio.

Las diferencias de longitud entre estos puntos y el observatorio de Santiago han sido obtenidas por medio de un cronómetro en cuatro viajes sucesivos de Santiago á estos puntos; ademas la longitud de Valdivia se ha deducida del azimut del volcan de Yaimas, punto relacionado con los triángulos de primer órden.

Para las latitudes se ha observado las alturas circummeridianas de estrellas al norte y al sur del cenit de la estacion, y se ha escogido las de alturas poco diferentes al fin de compensar el efecto de la refraccion.

Para los otros puntos de las provincias de Valdivia y de Llanquihue, las latitudes han sido fijadas del mismo modo, y las longitudes por medio de azimut refiriéndose á las estaciones principales.

Damos aquí los principales datos que han servido para el cálculo de los triángulos y de las coordenadas geográficas.

Señal de la cumbre del cerro de Santa Lucia, latitud 33° 26′ 28″ 7‴

longitud 0° 0′ 0″, longitud referida al meridiano de París 73° 0′ 45″ oeste.

Base medida entre Santiago y San Bernardo :

Primera mensura	2000m,111
Segunda mensura	2000 ,096
Término medio	2000 ,103

Distancia de los señales Tango, Santa Lucia calculada por la base de Santiago 186140m,3.

Distancia de los señales Santa Lucia-Petaca calculada por la misma base 28412m,3.

Este lado está relacionado con 24 triángulos que llegan hasta Coquimbo; el último lado, señal de Coquimbo-Torre de la Serena ha resultado en 10049m,5; la base de la Serena que se ha medido para verificacion ha dado :

Primera mensura	800m,012
Segunda mensura	800 ,086
Término medio	800 ,049

El lado Coquimbo-Serena, calculado directamente por esta base es 10007m,3; la diferencia 42m,2 es la que ha servido para corregir esta primera serie de triángulos.

La serie siguiente se extiende desde la Serena hasta el cerro de Cabeza-de-Vaca en el departamento de Copiapo, y consta de 18 triángulos. El último lado Cabeza-de-Vaca á Lomas-bayas calculado por la base de la Serena es 13144m,8.

La tercera base medida sobre la meseta de Cabeza-de-Vaca ha dado :

Primera mensura	1100m,197
Segunda mensura	1100 ,175
Término medio	1100 ,186

El lado Cabeza-de-Vaca á Lomas-bayas calculado por esta base es 13158m,6 lo que dá una diferencia de 13m,8.

Las series de triángulos que se extienden al sur de Santiago se apoyan sobre el lado Tango-Santa Lucia; la primera serie llega hasta Talca y consta de 14 triángulos. La longitud del último lado formado por los señales de Huencuecho y de Tutucura ha sido hallado de 36509m,5.

La base de verificacion medida cerca de Talca es de 400m,229; el mismo lado calculado por esta ultima base es 36520,9.

En fin la última serie, que consta de 19 triángulos desde Talca hasta los Ángeles, ha dado para el lado señal de Curamavia y señal de Rarinco 11624m,0.

Cerca de los Ángeles se ha medido una base de 774m,036 y el mismo lado calculado por esta base ha sido 11613m,7.

Las operaciones hechas en las provincias de Valdivia y de Llanquihue, descansan sobre las posiciones de Valdivia y de Melipuli :

La latitud de Valdivia es........................	39°48′33″,6‴ sur
La longitud por chronómetro......................	1°36′36″ oeste
La longitud por el azimut del Yaimas.............	2°36′ 7″9‴

Esta última es la que ha sido adoptada

La latitud de Melipuli es........................	41°28′29″.2‴, sur
La longitud......................................	2°16′14″ oeste

Damos en seguida las coordenadas geográficas que resultan de estos datos : en primer lugar, las de los vértices de primer órden; despues las de los puntos mas altos de la cordillera de los Andes así que de los principales boquetes; en fin las de todos los pueblos de Chile.

Para completar estos datos se ha puesto en seguida la superficie de la parte de Chile incluida entre la costa y la línea de vertientes de la cordillera desde el grado 27 hasta el grado 42.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

DE LOS VÉRTICES DE LOS TRIÁNGULOS DE PRIMERO ÓRDEN.

Puntos formando los vértices.	Latitud S.	Longitud.	Altitud.
Cerro de Ojanco....................	27°24′53″2‴	0° 9′27″8‴E.	1314m.
— de las Pintadas..................	27 36 53 9	0 11 22 8 E.	1815
— del Checo........................	27 30 31 3	0 29 38 2 E.	2482
— de Cabeza-de-Vaca................	27 37 37 1	0 31 19 0 E.	2020
— de Buenos-Ayres..................	27 40 51 9	0 28 10 1 E.	2632
— de los Frailes...................	27 53 14 7	0 16 20 2 E.	2116
Morro de Chañarcillo...............	27 44 47 7	0 13 0 5 E.	1877
Cerro de Bandurias.................	27 51 2 8	0 8 59 3 E.	1262
Cerro-Blanco.......................	28 1 25 2	0 26 44 6 E.	3017
Cerro de la Jaula..................	28 10 0 8	0 0 31 2 O.	1021
— de Chehueque.....................	28 29 4 1	0 7 7 5 O.	1970
— de Marañan.......................	28 28 45 1	0 15 31 0 O.	829
— de Agua-amarga...................	28 49 8 0	0 3 35 1 O.	3218
— de S. Juan.......................	28 52 45 2	0 26 15 0 O.	882
— de Pajonal.......................	29 12 13 4	0 21 37 3 O.	985
— de Cachiyuyo.....................	29 20 12 6	0 28 12 9 O.	872

Nota. Las longitudes se refieren al meridiano del cerro de Santa Lucia en Santiago; las altitudes son dadas en metros.

Puntos formando los vértices.	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Cerro del Potrero	29°32′ 6″,8‴	0°16′32″,9‴O.	2125m
— de Salapora	29 35 52 4	0 26 43 3 O.	1816
— de Juan-Soldado	29 41 50 5	0 39 49 4 O.	1266
La Serena (la torre)	29 54 12 6	0 36 23 4 O.	86
Pan-de-Azúcar	29 59 28 7	0 35 23 3 O.	367
Coquimbo (palo de señales)	29 56 46 5	0 41 43 4 O.	59
Cerro-Grande	29 56 22 5	0 34 35 4 O.	577
— del Toro	30 10 20 8	0 29 15 8 O.	1575
Cerro-Blanco	30 18 23 9	0 39 26 9 O.	1302
— de Tamaya	30 31 32 4	0 41 40 7 O.	1278
— de Punitaqui	30 53 26 4	0 43 20 8 O.	1215
— de Huatulame	30 50 16 4	0 14 10 5 O.	2532
— de Pama	31 18 50 0	0 26 53 5 O.	2068
— de las Llaretas	31 22 5 5	0 12 13 1 O.	3216
— del Peralillo	31 41 41 3	0 26 35 0 O.	1002
— del Maquí	31 48 29 3	0 42 26 1 O.	988
— de la Cortadera	32 3 13 0	0 21 57 1 O.	1861
— de Santa Inez	32 12 50 8	0 50 47 9 O.	873
— de Longotoma	32 12 23 3	0 23 48 3 O.	1700
— de Curichilonco	32 31 10 0	0 19 48 1 O.	2212
— del Potrero-alto	32 30 2 2	0 3 52 0 O.	1970
— del Tajo	32 41 4 6	0 5 12 3 O.	2315
— de la Junta	32 51 48 1	0 5 30 5 O.	911
Campana de Quillota	32 57 24 2	0 28 50 9 O.	1842
Cerro de Montenegro	32 58 38 3	0 4 35 1 O.	1592
— del Roble	32 58 53 3	0 21 57 9 O.	2210
— de Garfia	32 59 5 8	0 18 25 3 O.	1966
— de la Viscacha	33 5 8 0	0 24 28 2 O.	1981
— de Colocalan	33 6 48 4	0 4 1 8 E.	2508
— de la Petaca	33 25 13 8	0 18 15 2 O.	1855
— de Santa Lucia	33 26 28 7	0 0 0 0	631
— de Tango	33 35 32 6	0 5 13 1 O.	912
— de S. Ramon	33 29 10 6	0 12 19 4 E.	3091
— de Prado	33 29 58 0	0 18 30 1 O.	1204
— de Chiñihue	33 39 41 2	0 27 30 5 O.	948
— de Huechum	33 44 42 1	0 40 3 8 O.	487
— de San Diego	33 44 50 4	0 49 58 3 O.	526
Orcon-de-piedra	33 55 5 8	0 26 48 1 O.	2221
Cerro de Chada	33 54 17 1	0 5 32 5 O.	1287
— de Traucalan	34 14 42 2	0 6 35 9 O.	1270
— de las Petacas	34 15 2 0	0 16 37 7 O.	694
— de los Barriales	34 28 2 4	0 16 57 0 O.	697
— del Tambo	34 30 29 5	0 26 18 5 O.	1180
— de Chimbarongo	34 40 30 1	0 28 35 0 O.	513
— del Membrillo	34 47 23 2	0 23 20 8 O.	1180
— de Curico	34 58 23 5	0 37 51 9 O.	293

Puntos formando los vértices.	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Cerro de Traruñez	35° 11′ 26″,5‴	0° 33′ 25″,3‴ O.	1105m
— de Itague	35 10 18 5	0 51 30 4 O.	652
— de Tutucura	35 21 11 0	1 7 36 4 O.	582
— de Huencuecho	35 25 26 2	0 43 26 7 O.	649
— del Chivato	35 32 11 0	1 5 45 9 O.	285
— de Quilipin	35 43 56 6	1 0 32 0 O.	352
— de Gupo	35 42 32 1	1 17 10 5 O.	857
— de Cuiquen	36 18 14 9	1 54 5 5 O.	916
— de Canucalquí	36 20 5 4	0 59 15 2 O.	631
Chilian (la torre)	36 36 35 3	1 30 5 1 O.	214
Cerro de Queime	36 47 13 5	1 56 48 1 O.	685
— de Neuquen	36 37 27 7	2 19 0 3 O.	553
— de Chiguayanta	36 55 0 1	2 21 40 6 O.	510
— de Toca	37 9 9 4	2 1 23 2 O.	195
— del Guanaco	37 19 4 6	1 41 53 0 O.	360
— de las Estancias	37 25 51 7	2 5 53 1 O.	486
— de Cochenta	37 42 16 8	1 39 50 3 O.	445
— de Nahuelvuta	37 47 10 0	2 22 13 5 O.	1440

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

DE LAS PRINCIPALES CIMAS DE LA CORDILLERA.

Nombres de las cimas.	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Volcan de Pular	24° 16′ 6″	2° 32′ 16″E.	»
— de Llullaillaco	24 41 41	2 19 15	6173m
Cerro del Juncal	25 39 0	2 11 30	5342
Volcan de Doña Inez	26 33 10	1 59 50	5559
Cerro de la Ternera	27 13 58	0 55 15	4449
— Negro	28 10 38	0 58 32	5298
— del Potro	28 28 8	0 51 53	5584
— de Doña Anna	29 36 28	0 18 22	5714
— de las Tórtolas	29 51 58	0 32 40	5918
— de Guanu	30 28 34	0 26 41	4447
— del Mercedario	31 58 46	0 34 42	6797
— de la Ramada	32 3 18	0 41 26	»
— del Chamuscado	32 8 9	0 1 20	3436
— del Nacimiento	32 13 11	0 11 25	3815
— del Cuzco	32 18 9	0 15 0	3922
— Azul	32 58 13	0 12 48	3420
— de Aconcagua	32 39 42	0 40 22 E.	6835
Alto de la Laguna	32 49 26	0 26 3	4208
Cerro del Juncal	33 2 2	0 32 52	6151
— de San Francisco	33 10 16	0 26 22	5573
— del Plomo	33 13 40	0 27 48	5779

Nombres de las cimas.	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Tupungato	33°24′47″	0°47′22″	6434m
Cerro de San Ramon	33 29 11	0 12 19	3091
Volcan de Maipo	33 44 38	0 25 21	5947
Cerro de San Pedro Nolasco	33 45 54	0 19 32	3339
— de la Paloma	34 15 42	0 26 24	5072
Alto de los Mineros	34 39 54	0 26 10	4930
Volcan de Tinguiririca	34 49 49	0 15 7	4478
— de Petorca	35 12 26	0 3 2 O.	3615
Cerro Colorado	35 17 21	0 0 48 E.	4039
Volcan del Descabezado	35 35 49	0 9 57 O.	3888
— Descabezado-Chico	35 29 50	0 0 6 O.	3330
Cerro Azul	35 39 34	0 10 27 O.	3760
— del Campanario	35 56 32	0 11 55 E.	3996
Volcan de las Yeguas	35 59 18	0 16 48 O.	3657
— de Longavi	36 13 15	0 39 42 O.	3181
— de Chillan	36 48 26	0 52 58	2904
Cerro de la Polcura	36 56 3	0 40 3	2408
Volcan de Antuco	37 23 15	0 47 44	2762
Sierra-Velluda	37 26 4	0 50 19	3492
Cerro de Pichachen	37 24 27	0 34 38	2319
Volcan de Callaqui	37 53 25	0 51 56	2972
— de Lonquimai	38 18 6	1 2 58	2953
— de Yaimas	38 45 42	1 10 51	3011
— de Villarica	39 26 52	1 23 12	2837
Quetropillan	39 38 43	0 53 40	3688
Volcan de Osorno	41 8 29	1 52 16	2198
— de Calbuco	41 20 51	1 59 8	1792
El Tronador	41 14 5	1 10 30	2628

ALTITUDES DE ALGUNAS CIMAS DADAS POR FITZROY.

	Altitud.
Corcobado	2250m
Minchimavida	2400
Yanteles	2020
Burney	1770
Monte Sarmiento	2100

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

DE LOS PRINCIPALES BOQUETES DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES.

Nombres de los boquetes.	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Come-caballos	27°54′50″	1°12′ 8″ E.	4188m
Doña-Anna	29 37 24	0 18 12	4669
La Laguna	30 23 32	0 29 10	4528

Nombres de los boquetes.	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Valle Hermoso........................	30°45′22″	0°21′15″	4124ᵐ
Del Viento...........................	30 44 10	0 18 40	4286
De Calderon..........................	31 16 2	0 14 8	3934
De Valle Hermoso.....................	32 20 56	0 32 12	3637
De Uspallata.........................	32 58 50	0 31 16	3927
De los Piuquenes.....................	33 31 34	0 46 30	4200
Del Diamante.........................	34 2 2	0 41 4	3838
Del Yeso.............................	34 22 54	0 36 20	2602
Del Planchon.........................	35 11 20	0 0 3 O.	3048
Del Lontue...........................	35 27 52	0 4 0 E.	2703
De las Barrancas.....................	36 8 14	0 9 58 E.	2204
De Pichachen.........................	37 27 48	0 34 30 O.	2176
De Cupullue..........................	37 32 43	0 34 8	2233
De Trapa-trapa.......................	37 49 45	0 35 58	2310
De Perez-Rosales (1).................	»	»	1500

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

DE LAS CIUDADES, PUERTOS Y ALDEAS DE CHILE CLASIFICADAS POR PROVINCIA Y DEPARTAMENTO.

PROVINCIA DE ATACAMA.

Departamento de Caldera.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Puerto de Caldera....................	27° 5′ 8″	0° 9′22″O.	»
Paposo...............................	25 0 36	0 12 12 E.	»
Taltal...............................	25 23 49	0 7 33 E.	»
Chañaral de las Ánimas...............	26 21 9	0 3 34 E.	»
Pajonal..............................	27 43 35	0 19 18 O.	»
Totorral.............................	27 52 40	0 25 8 O.	»

Departamento de Copiapo.

Copiapo..............................	27°22′30″	0°18′16″E.	395ᵐ
Tres-Puntas..........................	26 45 8	0 38 47 E.	»
San-Fernando.........................	27 24 8	0 38 47 E.	»
Pabellon.............................	27 41 0	0 21 36 E.	449
Juan Godoï...........................	27 50 30	0 11 52 E.	688
Romero (plazilla)....................	27 43 31	0 40 25 E.	1811
Apacheta.............................	27 51 38	0 31 22 E.	»
San Antonio..........................	27 53 25	0 34 44 E.	1201

(1) Esta última altitud ha sido medida por el Dr Funk.

Departamento de Ballenar.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Ballenar	28° 34′ 42″	0° 7′ 13″ O.	434m
Plazilla del Huasco	28 45 15	0 30 12 E.	»
San Feliz	28 46 12	0 25 10 E.	»

Departamento de Freirina.

Freirina	28° 30′ 35″	0° 22′ 35″ O.	137m
Puerto del Huasco	28 27 40	0 38 50 O.	»
Puerto de Carrizal	28 54 2	0 28 50 O.	»
Chañaral	29 1 8	0 45 30	»
Huasco-bajo	28 26 38	0 36 25	»

PROVINCIA DE COQUIMBO.

Departamento de la Serena.

La Serena (la torre)	29° 54′ 11″	0° 36′ 23″	87m
Choros-bajos	29 17 15	0 39 9	»
La Higuera	29 31 10	0 35 20	»
Arqueros (Mina Mercedes)	29 50 20	0 16 38	1334
La Compañía	29 53 25	0 35 0	»
Algarrobito	29 56 48	0 29 56	»
Palo-Negro	30 4 15	0 38 28	»
Tambillo	30 6 38	0 36 54	286
Andacollo	30 14 12	0 28 26	1031
Puerto de Coquimbo	29 56 45	0 41 28	»

Departamento de Elqui.

Villa Vicuña	30° 2′ 36″	0° 3′ 42″	729m
El Molle	29 59 2	0 18 50	»
Gualeguaica	30 1 20	0 9 50	»
El Tambo	30 2 16	0 8 11	»
S. Isidro	30 2 6	0 2 12	»
Peralillo	30 2 48	0 3 18	»
Diaiguitas	30 2 18	0 0 21 E.	»
Guanta	29 50 20	0 19 0 E.	
Payguano	30 2 24	0 8 0 E.	»
Pueblo-hundido	30 4 36	0 9 12 E.	»
Monte-grande	30 6 50	0 9 10 E.	»

Departamento de Ovalle.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Ovalle	30°36′16″.	0°35′ 5″O.	217m
Puerto de Tongoy	30 15 12	0 53 28	»
Tamaya (Mina Rosario)	30 33 3	0 35 5	905
Guamalata	30 33 54	0 31 41	»
Samo-bajo	30 32 8	0 28 58	»
Samo-alto	30 24 48	0 18 18	589
San-Pedro	30 24 4	0 14 12	»
Hurtado	30 16 32	0 0 0	»
Zotaqui	30 38 14	0 29 18	»
Monte-patria	30 42 38	0 17 20	»
Rapel	30 45 10	0 5 48	»
Mialqui	30 45 12	0 12 58	»
Caren	30 54 50	0 5 52	868
Agua-amarilla	30 54 58	0 0 25	»
Barraza	30 38 38	0 50 15	»
San-Julian	30 35 54	0 42 28	»
La Chimba	30 37 4	0 35 32	»
Palqui	30 45 56	0 20 0	»
Rio-Grande	30 57 40	0 8 45	»
Guatulame	30 48 44	0 22 35	»

Departamento de Combarbala.

Combarbala	31°10′56″	0°14′40″	1065m
Cogoti	31 5 50	0 14 44	1010

Departamento de Illapel.

Illapel	31°37′49″	0°29′40″	526m
Angostura	31 27 18	0 51 30	»
Canela-baja	31 24 0	0 45 10	»
El Asiento	31 35 50	0 50 10	»
Mincha	31 35 28	0 45 0	»
Chalinga	31 46 29	0 16 38	»
Salamanca	31 47 58	0 15 54	»

PROVINCIA DE ACONCAGUA.

Departamento de San Felipe.

San Felipe	32°47′25″	0° 2′ 0″O.	657m

Departamento de Petorca.

Petorca	32°18′43″	0°17′51″	501m
Chincolco	32 17 10	0 13 7	715

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Hierro-viejo	32°21′ 8″	0°24′ 10″	225^m
Pupido	31 55 6	0 32 44	312
Puerto de los Vilos	31 56 20	0 52 40	»
Quilimari	31 58 12	0 50 28	»
Pichidanqui	32 7 55	0 53 35	»

Departamento de la Ligua.

La Ligua	32°27′23″	0°36′ 15″	75^m
La Plazilla	32 27 5	0 39 34	62
El Blanquillo	32 33 12	0 37 14	112
Puerto de Papudo	32 30 45	0 48 20	»

Departamento de Putaendo.

San Antonio de Putaendo	32°40′45″	0° 1′49″	825^m
El Asiento	32 44 11	0 4 30	»

Departamento de los Andes.

Santa-Rosa	32°54′54	0° 6′39″E.	818^m
Curimonte	32 51 31	0 1 10 E.	679
Tierra-blanca	32 51 24	0 1 23 O.	»

PROVINCIA DE VALPARAISO

Departamento de Valparaiso.

Valparaiso	33° 1′55″	0°58′ 50″O.	»
La Plazilla	33 7 0	0 55 42	363^m

Departamento de Quillota.

Quillota	32°51′ 56″	0°32′ 46″	124^m
Puchuncavi	32 41 20	0 41 24	117
Conchali	32 47 10	0 26 51	190
Tavolango	32 55 18	0 40 8	»

Departamento de Limachi.

Limachi (viejo)	32°58′ 8″	0°36′ 36	67^m
Olmue	32 58 36	0 32 2	»
Quilpue	33 7 10	0 45 58	»

Departamento de Casa Blanca.

Casa-Blanca	33°14′ 12″	0°48′ 12″	231^m
Las Dichas	33 12 38	0 53 42	»
Puerto del Algarrobo	33 21 50	1 6 5	»

PROVINCIA DE SANTIAGO.

Departamento de Santiago.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Santiago (cerro de Santa-Lucia)........	33° 26′ 29″	0° 0′ 0″	(1) 569m
Colina..............................	33 12 54	0 1 22	»
Tiltil..............................	33 8 34	0 12 10	»
Lampa...............................	34 14 17	0 11 26	»
Iñños...............................	33 27 12	0 2 22 E.	»
Renca...............................	33 24 27	0 3 45 O.	»

Departamento de la Victoria.

San-Bernardo........................	33° 35′ 33″	0° 3′ 32″ O.	512m
San-José de Maipo...................	33 39 45	0 16 18 E.	1010
Peñaflor............................	33 36 18	0 15 18 O.	»
Talagante...........................	33 38 55	0 14 52	»

Departamento de Melipilla.

Melipilla...........................	33° 44′ 22″	0° 38′ 49″	119m
San-Francisco del Monte.............	33 42 1	0 21 20	»
Pomaire.............................	33 40 21	0 33 6	»
Curacavi............................	33 25 12	0 31 7	167
Carthagena..........................	33 38 15	0 55 40	»
Puerto de San Antonio...............	33 43 3	0 55 5	»
Concumen............................	33 51 58	0 49 38	41

Departamento de Rancagua.

Rancagua............................	34° 12′ 0″	0° 7′ 33″	513 m
Villa de Buin.......................	33 43 52	0 5 45	»
Linderos............................	33 45 25	0 3 0	»
Maipo...............................	33 44 18	0 8 15	»
Valdivia............................	33 45 44	0 17 0	»
Codegua.............................	34 1 41	0 0 56	»
Alhue...............................	34 5 48	0 34 13	»
San Pedro...........................	33 58 27	0 41 0	»
Machali.............................	34 12 45	0 2 33	»
Miranda.............................	34 17 30	0 23 6	»
Donihue.............................	34 22 32	0 30 8	346
Idahue..............................	34 26 50	0 30 46	225
Peumo...............................	34 27 30	0 32 16	184
Llallauquen.........................	34 18 20	0 48 24	114

(1) Esta altitud se refiere á la base del cerro de Santa-Lucia.

PROVINCIA DE COLCHAGUA.

Departamento de San Fernando.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
San Fernando	34°35′ 0″	0° 23′ 44″O.	337m
Chimbarongo	34 43 50	0 26 56	»
Nancagua	34 39 43	0 36 7	»
La Estrella	34 11 8	1 3 16	»
Los Ciruelos	34 26 58	1 23 4	»
Peña-blanca	34 32 56	1 7 33	»
Rapel	33 58 34	1 9 22	»
Navidad	33 56 47	1 15 15	»
Rosario	34 6 58	1 8 0	»

Departamento de Caupolican.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Rengo	34°25′ 1″	0°15′ 36″	284m
El Olivar	34 12 21	0 12 42	»
La Requinoa	34 17 8	0 12 50	»
Coinco	34 15 40	0 19 59	»
La Quinta	34 21 10	0 22 7	»
Guacalhue	34 21 29	0 25 52	»
Zuñiga	34 21 52	0 31 21	»
Chanqueahue	34 23 47	0 25 51	»
Malloa	34 27 30	0 20 36	»
S. Vicente de Taguatagua	34 27 14	0 28 33	»

PROVINCIA DE CURICO.

Departamento de Curico.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Curicó (el cerro)	34°58′ 24″	0° 37′ 52″	»
Comalle	34 51 46	0 40 49	»
Santa-Cruz	34 39 16	0 46 28	»
Romeral	34 58 18	0 31 56	»

Departamento de Vichuquen.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Vichuquen	34°55′ 0″	1°26′ 4″O.	»
Pumanque	34 37 8	1 4 23	»
Lolo	34 43 18	1 2 6	»
Quiahue	34 41 31	0 51 2	»
Bucalemu	34 39 0	1 27 58	»
Paredones	34 40 32	1 20 4	»
San Pedro de Alcántara	34 46 58	1 16 46	»
Puerto de Llico	34 46 11	1 32 25	»
Cualane	35 0 1	1 12 34	»
Idahue	35 1 26	1 21 52	»

PROVINCIA DE TALCA.

Departamento de Talca.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Talca	35° 25′ 53″	1° 5′ 28″	73m
Chagres	35 15 5	0 52 5	»
Pelarco	35 20 10	0 56 9	»
Poblacion	35 11 49	1 20 29	»
Tabunco	35 11 1	1 22 20	»
Las 200 Casas	35 20 26	1 12 24	»
Pencahue	35 23 42	1 12 23	»
Malleco	35 14 36	1 22 36	»
Pudu	35 13 5	1 40 33	»

Departamento de Lontue.

Villa Molina	35° 7′ 14″	0° 41′ 44″	281m

PROVINCIA DE MAULE.

Departamento de Cauquenes.

Cauquenes	35° 58′ 1″	1° 37′ 58″	154m
Chanco	35 43 45	1 59 54	»
Curanipe	35 50 22	2 4 38	»

Departamento de Constitucion

Puerto de Constitucion	35° 19′ 8″	1° 46′ 12″ O.	»
Nirivilo	35 42 25	1 28 56	»
El Empedrado	35 39 32	1 28 50	»
Valdez	35 28 12	1 49 8	»
El Parral	35 31 30	1 58 40	»
La Greda	35 37 16	1 54 40	»

Departamento de Linares.

Linares	35° 50′ 48″	0° 59′ 56″	151m
Loncomilla	35 35 25	1 7 28	»
San Lorenzo	35 41 28	0 58 10	»
Yerva-Buena	35 43 18	0 57 20	»
San Antonio de Ancoa	35 53 32	0 55 16	»
La Palmilla	35 46 48	1 7 28	»
Liguay	35 56 6	1 2 14	»

Departamento de Parral.

	Latitud.	Longitud.	Altitud
Parral	36° 8′ 8″	1° 10′ 14″	162m
Cumpanoacura	36 0 46	1 20 28	»
Chimbarongo	36 5 50	1 10 12	»
Quito	36 10 48	1 2 54	»

Departamento del Itata.

Quirihue	36° 17′ 18″	1° 58′ 12″	257m
Huechupurco	36 4 12	2 12 8	»
Puerto de Covquecura	36 7 30	2 11 52	»
Comullao	36 16 58	2 13 18	»
Ninhue	36 22 12	1 46 8	»
Portezuelo	36 30 52	1 44 34	»
Lunquen	36 25 16	2 1 8	»

PROVINCIA DE ÑUBLE.

Departamento de Chillan.

Chillan (la torre)	36° 36′ 35″	1° 30′ 5″ O.	214m
Villa Pinto	36 42 47	1 16 34	»
Bulnes	36 45 1	1 42 25	»
Pemuco	36 57 28	1 28 54	»
Yungay	37 9 23	1 23 47	»

Departamento de San Cárlos.

San Cárlos	36° 25′ 22″	1° 28′ 24″	128m

PROVINCIA DE CONCEPCION.

Departamento de Concepcion.

Concepcion	36° 49′ 37″	2° 29′ 8″	13m
Chiguayanta	36 54 25	2 23 38	»

Departamento de Coelemu.

Coelemu	36° 28′ 49″	2° 5′ 0″	40m
Puerto del Tome	36 37 1	2 21 6	»
Rafael	36 37 34	2 8 36	201
Puerto de Dichata	36 32 12	2 20 0	»
Puerto de Lirquen	36 42 33	2 19 35	»
Puerto de Penco	36 44 8	2 20 57	»

Departamento de Puchacai.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
La Florida	36°49' 32"	2° 3' 20"	233m
Quillon	36 43 58	1 52 17	»
Hualqui	36 57 38	2 17 40	55

Departamento de Talcahuano.

Talcahuano	36°42' 5"	2°27' 49" O.	»

Departamento de Rere.

Rere	37° 8' 5"	2° 6' 20"	154m
Yumbel	37 5 51	1 56 45	148
Talcamavida	37 9 11	2 19 26	»

Departamento de Lautaro.

Santa Juana	37°10' 23"	2°17' 30"	74m
Puerto de Coronel	37 1 32	2 30 56	»
— de Lota	37 5 23	2 31 40	»

PROVINCIA DE ARAUCO.

Departamento de la Laja.

Los Angeles	37°28' 12m	1° 43' 51"	166m
Tucapel	37 16 44	1 23 11	»
Antuco	37 19 47	1 6 45	602
Quilleco	37 27 42	1 27 41	360
San Cárlos de Puren	37 37 28	1 39 29	»
Santa Barbara	37 41 33	1 23 5	259

Departamento de Nacimiento.

Nacimiento	37°30' 5"	2° 3' 0"	113m
Negrete	37 36 21	1 54 49	130
Mulchen	37 43 5	1 35 38	287

Departamento de Arauco.

Puerto de Arauco	37° 14' 30"	2° 43' 25"O.	»
— de Quiapo	37 23 58	2 53 16	»
— de Tubul	37 15 18	2 49 20	»
— de Llico	37 22 45	2 56 12	»

Departamento de Levu.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Puerto de Levu	37° 36′ 34″	2° 58′ 55″	»
Tucapel	37 46 22	2 31 48	»

Departamento de Angol.

Angol	37° 48′ 5″	2° 4′ 3″	126m
Puren	38 6 40	2 17 24	»

Departamento de la Imperial.

Tolten	39° 15′ 6″	2° 36′ 45″	»
Puerto de Queule	39 25 28	2 38 42	»

PROVINCIA DE VALDIVIA.

Departamento de Valdivia.

Valdivia	39° 48′ 34″	2° 36′ 8″	»
Puerto de Coral	39 53 10	2 47 34	»
Arique	39 48 50	2 27 20	»
Calla-calle	39 46 59	2 25 10	»
Quinchilca	39 50 54	2 13 20	»

Departamento de la Union.

La Union	40° 17′ 45″	2° 26′ 53″	25m
Rio-bueno	40 20 40	2 8 50	»
Trumag	40 21 55	2 32 43	»

PROVINCIA DE LLANQUIHUE.

Departamento de Llanquihue.

Puerto de Melipuli	41° 28′ 29″	2° 16′ 15″O.	»
El Arrayan	41 24 0	2 13 50	»
Puerto Varas	41 19 38	2 16 10	50m
El Frutillar	41 11 40	2 20 0	»
Puerto Octai	41 2 10	2 11 25	»

Departamento de Osorno.

Osorno	40° 34′ 32″	2° 30′ 16″	22m
Tramalhue	40 29 20	2 23 45	»
Cancura	40 45 30	2 20 12	»

Departamento de Carelmapu.

	Latitud.	Longitud.	Altitud.
Carelmapu	41° 44′ 25″	3° 2′ 20″	»
Maulin	41 36 50	2 55 15	»
Rosario	41 45 50	2 27 50	»
Calbuco	41 46 30	2 28 0	»

COLONIA DE MAGALLANES.

Punta-Arenas	53° 9′ 42″	0° 12′ 31″	»

SUPERFICIE DE CHILE.

Para calcular la superficie de la parte de Chile comprendida entre la costa y la línea de vertientes de la cordillera de los Andes desde el grado 28 hasta el 37 se ha considerado los trapecios esféricos formados por dos meridianos y dos paralelos cuya superficie está dada por la serie siguiente :

$$S = \pi ab \frac{P' - P}{90} \left\{ \begin{array}{l} \text{Sin}\ \varphi \cos \psi - 1/3\, m\, (m + 2) \sin 3\, \varphi \cos 3\, \psi + 1/5\, m^2 (2m + 3) \\ \sin 5\varphi \cos 5\psi - \text{etc.}, \end{array} \right.$$

en la cual P, P′ son las longitudes, φ la mitad de la diferencia de las latitudes, ψ la mitad de la suma de estas mismas; a y b los ejes de la tierra y $m = \frac{a - b}{a + b}$.

El cuadro siguiente dá la superficie de los trapecios cuyos lados son de diez minutos calculados desde el grado 27 hasta el grado 37 en centésimos de kilómetros cuadrados.

Latitudes.		Areas.	Latitudes.		Areas.
de 27° 0′	á 27° 10′	305k,21	de 29° 10′	á 29° 20′	299k,21
10	20	304 ,76	20	30	298 ,72
20	30	304 ,31	30	40	298 ,23
30	40	303 ,86	40	50	297 ,75
40	50	303 ,41	50	30 0	297 ,27
50	28 0	302 ,96	30 0	30 10	296 ,79
28 0	28 10	302 ,49	10	20	296 ,27
10	20	302 ,03	20	30	295 ,75
20	30	301 ,57	30	40	295 ,24
30	40	301 ,10	40	50	294 ,72
40	50	300 ,62	50	31 0	294 ,20
50	29 0	300 ,16	31 0	31 10	293 ,68
29 0	29 10	299 ,70	10	20	293 ,16

Latitudes.		Areas.	Latitudes.		Areas.
de 31° 20′	á 31° 30′	29.^{k},63	de 34° 10′	á 34° 20′	283^k,26
30	40	292 ,10	20	30	282 ,69
40	50	291 ,56	30	40	282 ,12
50	32 0	291 ,02	40	50	281 ,54
32 0	32 10	290 ,48	50	35 0	280 ,96
10	20	289 ,94	35 0	35 10	280 ,33
20	30	289 ,40	10	20	279 ,78
30	40	288 ,86	20	30	279 ,19
40	50	288 ,31	30	40	278 ,60
50	33 0	287 ,76	40	50	278 ,01
33 0	33 10	287 ,21	50	36 0	277 ,42
10	20	286 ,65	36 0	36 10	276 ,83
20	30	286 ,09	10	20	276 ,23
30	40	285 ,53	20	30	275 ,63
40	50	284 ,97	30	40	275 ,03
50	34 0	284 ,46	40	50	274 ,43
34 0	34 10	283 ,83	50	37 0	273 ,82

Se ha buscado en primer lugar el número de estos trapecios que contenia cada departamento de Chile y para las partes de una área mas pequeña que la de un trapecio de 10′ se las ha subdividido en trapecios de 5′ y 1′, considerando la área de estos como proporcional á la del grande trapecio correspondiente; así se ha calculado las áreas de los departamentos y provincias incluidos en el cuadro que sigue.

ÁREAS DE LAS PROVINCIAS Y DEPARTAMENTOS DE CHILE EN KILÓMETROS CUADRADOS.

	ÁREAS.	
	Departamentos.	Provincias.
Departamento de Ballenar	12536^k,15	»
— de Freirina	6086 ,42	»
Provincia de Atacama	»	(1)
Departamento de Elqui	5339 ,00	»
— de la Serena (2)	6923 ,50	»
— de Ovalle	10851 ,03	»
— de Combarbala	2364 ,00	»
— de Illapel	7945 ,20	»
Provincia de Coquimbo	»	33422,73
Departamento de Petorca	8104 ,18	»
— de la Ligua	1712 ,92	»
— de Putaendo	2261 ,88	»

(1) La área de la provincia de Atacama se dará mas abajo.

(2) Se ha reunido á este departamento el de Coquimbo.

	ÁREAS.	
	Departamentos.	Provincias.
Departamento de S. Felipe........................	2011k,82	»
— de Santa Rosa.....................	2034 ,88	»
Provincia de Aconcagua...........................	»	16125,70
Departamento de Quillota.........................	1703 ,88	»
— de Casa-blanca.....................	1233 ,54	»
— de Valparaíso......................	246 ,00	»
— de Limachi.........................	936 ,00	»
Provincia de Valparaíso..........................	»	4120,36
Departamento de Santiago.........................	2379 ,70	»
— de la Victoria.....................	4394 ,78	»
— de Melipilla.......................	4152 ,24	»
— de Rancagua........................	9137 ,28	»
Provincia de Santiago............................	»	20861,60
Departamento de Caupolican.......................	3651 ,08	»
— de San-Fernando....................	6178 ,14	»
Provincia de Colchagua...........................	»	9829,22
Departamento de Curico...........................	3847 ,05	»
— de Vichuquen.......................	3697 ,61	»
Provincia de Curico..............................	»	7544,66
Departamento de Lontue...........................	2043 ,04	»
— de Talca...........................	7483 ,50	»
Provincia de Talca...............................	»	9526,54
Departamento de Constitucion.....................	903 ,44	»
— de Linares.........................	6724 ,96	»
— de Parral..........................	2086 ,00	»
— de Cauquenes.......................	4242 ,52	»
— del Itata..........................	2669 ,74	»
Provincia de Maule...............................	»	16626,66
Departamento de San Cárlos.......................	3710 ,69	»
— de Chillan.........................	5499 ,22	»
Provincia de Ñuble...............................	»	9209,91
Departamento de Coelemu..........................	1291 ,50	»
— de Talcahuano......................	112 ,25	»
— de Concepcion......................	62 ,60	»
— de Puchacai........................	1750 ,37	»
— de Rere............................	3825 ,69	»
— de Lautaro.........................	2222 ,37	»
Provincia de Concepcion..........................	»	9264,86
Área de las provincias de Coquimbo, Aconcagua, Valparaíso, Santiago, Colchagua, Curico, Talca, Maule, Ñuble y Concepcion..........................	»	136554,64

Las provincias que preceden son las solas sobre las cuales se extiende la triangulacion; para las provincias de Atacama, Arauco, Val-

divia y Llanquihue, la línea de vertientes de la cordillera no ha podido ser fijada con la misma exactitud; era pues inútil calcular las áreas de los trapecios con la misma precision; es aquí los datos que han servido.

Área de los trapecios de 10′ calculados de grado en grado :

Latitudes.		Trapecios.	Diferencias.
de 24° 0′	á 24° 10′	312,79	
			2,43
25	25 10	310,36	
			2,53
26	26 10	307,83	
			2,62
27	27 10	305,21	
			0,00
38	38 10	269,51	
			3,80
39	39 10	265,71	
			3,86
40	40 10	261,85	
			3,95
41	41 10	257,90	
			4,02
42	42 10	253,88	

La provincia de Atacama está formada por los departamentos de Copiapo, Caldera, Ballenar y Freirina; la área de los dos últimos ha sido ya indicada; para los de Copiapo y Caldera los datos que preceden dan 82105^{kc},88; resultando para la área de la provincia de Atacama, 100728^{kc},45;

Se ha hallado del mismo modo,

Para la provincia de Arauco.................. 37268^{kc},71
Para la de Valdivia............................ 19535 ,74
Para la de Llanquihue........................ 18193 ,04

Lo que dá para la superficie total del espacio situado al oeste de la línea de vertientes de la cordillera desde el límite norte de Chile hasta el grado 42 : 312280 kilómetros cuadrados.

NOTA 2.

NOTAS DE LA OROGRAFÍA

En las cuestiones que se refieren á la Orografía, es muy á menudo necesario indicar sobre los mapas la situacion de ciertos círculos de la esfera; estos círculos son representados por curvas cuya naturaleza varía segun el modo de proyeccion empleado para estos mapas y de esto resulta á veces que se tiene que hacer cálculos bastante largos; he pensado pues que seria muy útil buscar un método que fuese independiente de los sistemas de proyeccion y permitiera trazar estos círculos sobre cualquier especie de mapa; lo que se obtiene calculando las coordenadas geográficas de los puntos de estos círculos; es aquí el método.

Si se considera un grande círculo que pasa por dos puntos m y m' cuyas coordenadas geográficas son conocidas, y que se designa por H, H' sus latitudes, por P, P' sus longitudes; la porcion de este círculo incluido entre los dos puntos forma con sus meridianos un triángulo esférico cuyos vértices son el polo de la tierra y los dos puntos dados; el lado pm que va del polo al punto m, tiene por valor $90° = H$; lo mismo $pm' = 90 - H'$ y se conoce ademas el ángulo que corresponde al polo y que es la diferencia de las longitudes $P' - P$; si se designa por C, C' las colatitudes $90° - H$, $90° - H'$, por ΔP la diferencia $P' - P$ y por a el arco mm'; las fórmulas conocidas dan

$$\cos a = \cos C \cos C' + \sin C \sin C' \cos \Delta P \qquad (1)$$

y ademas, si se designa por Z y Z' los ángulos que forma el arco a con los meridianos

$$\sin Z = \sin \Delta P \frac{\sin C'}{\sin a}; \sin Z' = \sin \Delta P \frac{\sin C}{\sin a}. \qquad (2)$$

Las ecuaciones (1) y (2) harán conocer el arco a y los ángulos Z, Z'.

Un grande círculo encuentra siempre el ecuador en dos puntos opuestos y es fácil hallar estos puntos con los datos indicados arriba; sea M uno de estos puntos, P, P_0 su longitud, lo que da $\Delta P = P_0 - P$, $P_0 = P + \Delta P$; en el triángulo polar Mpm, $Mp = 90$ $mp = C$, lo que da

$$\tan \Delta P = \cos C \tan Z \qquad (3)$$

y el ángulo A del círculo con el ecuador será dado por la ecuacion

$$\sin A = \sin Z \sin C \qquad (4)$$

Es fácil ahora formar la ecuacion que servirá para calcular las coordenadas de todos los puntos del círculo; tomando por centro de coordenadas el punto M de la interseccion ecuatorial y designando por a el arco Mm, el triángulo Mmp dá

$$\sin c = \sin a_0 \frac{\sin (90^0 - A)}{\sin \Delta P}; \cos c = \sin a_0 \cos (90^0 - A)$$

y si se divide la primera ecuacion por la segunda

$$\text{tang } c = \frac{\text{tang } (90 - A)}{\sin \Delta P}$$

y finalmente notando que $C = 90° - H$

$$\cot H = \frac{\cot A}{\sin \Delta P} \qquad (5)$$

por cada valor de ΔP se conocerá el valor correspondiente de H, ademas la longitud que corresponde á H' será dada por la relacion $P = P_0 \pm \Delta P$.

Cuando $\Delta P = 90°$ se tiene $H = A$ es el máximum de la latitud que pueda alcanzar el círculo; las latitudes de sus polos son pues $90° - A$ y sus longitudes $P_0 \pm 90°$.

Se necesita á veces conocer los puntos de interseccion de dos círculos y el ángulo que forman. Estas intersecciones son los polos de un tercero círculo que pasa por los polos de los dos primeros; bastará pues calcular las coordenadas de los primeros polos; en cuanto al ángulo será la suma ó la diferencia de los ángulos Z, Z' formados por los círculos con el meridiano del punto de interseccion.

CÍRCULOS PARALELOS.

El pequeño círculo que es paralelo á un grande tiene por propiedad que todos sus puntos son á igual distancia de los polos de este círculo. Sea a el arco que mide esta distancia H y P, las coordenadas del polo correspondiente H y P las de uno de los puntos del paralelo, las fórmulas conocidas darán

$$\cos a = \sin H \sin H_1 + \cos H \cos H_1 \cos \Delta P \qquad (6)$$

lo que hára conocer el valor de a, y como este es constante, se tendrá finalmente

$$\cos \Delta P = \frac{\cos a - \sin H \sin H'_1}{\cos H \cos H_1} \tag{7}$$

ecuacion que dará por cada valor de H el valor correspondiente de P.

Para conocer el ángulo que forma el paralelo con un meridiano, basta notar que este ángulo es el complemento de el que hace el arco a con el mismo meridiano; este está dado por la fórmula

$$\sin z = \frac{\sin \Delta P \cos H_1}{\sin a}$$

de donde resulta que el ángulo del paralelo es 90° — Z.

Damos en seguida las coordenadas de un cierto número de puntos de los grandes círculos de las zonas orográficas y de algunos de sus paralelos, calculados mediante estas fórmulas.

DATOS NUMÉRICOS

QUE FIJAN LA POSICION DE LOS CÍRCULOS DE LAS ZONAS OROGRÁFICAS.

ZONA CHILENA.

GRANDE CÍRCULO.

Polos H = 14° 17'. S.; P = 13° 13'. E.
H = 14 17 . N.; P = 166 47 . O.

Interseccion ecuatorial P = 103° 13'. E. ; 76° 47'. O.
Ángulo del círculo con el ecuador A = 75° 41'.

COORDENADAS DE LOS PUNTOS DEL CÍRCULO.

Longitud E. (1)	Latitud.		Longitud O.	Latitud.	
0°	75°	19' N.	0°	75°	19' N.
10	75	40	10	74	29
20	75	35	20	73	2
30	75	0	30	70	42
40	74	3	40	66	55
50	72	19	50	60	29
60	69	33	60	48	32
70	65	1	70	24	50

(1) Las longitudes son contadas desde el meridiano de París.

Longitud E.	Latitud.		Longitud O.	Latitud.	
80°	57°	5′ N.	80°	12°	24′ S.
90	53	36	90	53	36
100	12	24	100	57	5
110	24	50 S.	110	65	1
120	48	32	120	69	33
130	60	29	130	72	19
140	66	55	140	74	3
150	70	42	150	75	9 O.
160	73	2	160	75	35
170	74	29	170	75	40
180	75	19	180	75	19

PARALELO PASANDO POR VALPARAISO.

Latitud S.	Longitud.		Latitud N.	Longitud.	
0°	66°	24′ O.	0°	66°	24′ O.
10	68	51	10	63	36
20	71	6	20	60	13
30	73	18	»	»	
40	75	54	»	»	
50	78	8	»	»	
60	81	28	»	»	

ZONA DE LAS MONTAÑAS PEDREGOSAS.

(Sistema peruano.)

GRANDE CÍRCULO.

Polos H = 22° 41′. S.; P = 173° 56′. E.
H = 22 41 . N.; P = 66 4. O.

Interseccion ecuatorial P = 83° 56′. E.; 96° 4′. O.
Ángulo del círculo con el ecuador A = 67° 19′.

COORDENADAS DE LOS PUNTOS DEL CÍRCULO.

Longitud E.	Latitud.		Longitud O.	Latitud.	
0°	67°	12′ S.	0°	67°	12′ S.
10	66	30	10	67	16
20	65	3	20	66	42
30	62	39	30	65	26
40	58	56	40	63	16
50	53	11	50	59	52
60	44	9	60	54	38
70	29	37	70	46	26
80	9	2	80	33	30
90	14	10 N.	90	14	10
100	33	30	100	9	2 N.

Longitud E.	Latitud.	Longitud O.	Latitud.
110°	46° 26′ N.	110°	29° 37′ N.
120	54 38	120	44 9
130	59 52	130	53 11
140	63 16	140	58 56
150	65 26	150	62 39
160	66 42	160	65 3
170	67 16	170	66 30
180	67 12	180	67 12

PARALELO PASANDO POR CALDERA.

Distancia al polo $a = 81° 43'$.
Ángulo con el meridiano de Caldera 30° 48′ N. O.

COORDENADAS.

Latitud S.	Longitud.	Latitud N.	Longitud.
0°	87° 5′ O.	0°	87° 5 O.
10	81 59	10	91 12
20	77 31	»	»
30	71 8	»	»
40	62 24	»	»
50	48 16	»	»

PARALELO PASANDO POR EL ILIMANI.

Latitud S.	Longitud.	Latitud N.	Longitud.
0°	78° 41′ O.	0°	78° 41′ O.
10	73 55	10	82 48
20	68 2	20	86 32
30	60 10	30	90 7
40	48 17	40	93 48
50	21 15	50	97 59

ZONA DEL CAUCASIO.

(Sistema colombiano.)

GRANDE CÍRCULO.

Polos 40° 59′. N.; 174° 56′. O.
40 59 S.; 5 4 . E.

Interseccion ecuatorial P = 95° 4′. E.; 84° 56′. O.
Ángulo del círculo con el ecuador A = 49° 1′.

COORDENADAS.

Longitud E.	Latitud.		Longitud O.	Latitud.	
0°	48°	54′ N.	0°	48°	54′ N.
10	48	54	10	48	1
20	48	2	20	46	12
30	46	13	30	43	18
40	43	21	40	39	7
50	39	11	50	33	23
60	33	28	60	25	53
70	26	0	70	16	31
80	16	36	80	5	39
90	5	49	90	5	49 S.
100	5	39 S.	100	16	39
110	16	31	110	26	0
120	25	53	120	33	28
130	33	23	130	39	11
140	39	7	140	43	21
150	45	18	150	46	13
160	46	12	160	48	2
170	48	1	170	48	54
180	48	54	180	48	54

ZONA DE LA NORUEGA.

GRANDE CÍRCULO.

Polos H = 13°53′. N; P = 112°55′. O.
H = 13 53 . S.; P = 67 5 . E.

Interseccion ecuatorial P = 157°5′. E.; 22°55′. O.
Ángulo del círculo con el ecuador A = 76°7′.

COORDENADAS.

Longitud E.	Latitud.		Longitud O.	Latitud.	
0°	57°	56′ N.	0°	57°	56′ N.
10	63	33	10	42	7
20	70	3	20	11	38
30	72	47	30	26	31 S.
40	74	29	40	49	55
50	75	30	50	61	30
60	76	1	60	67	43
70	76	6	70	71	21
80	75	41	80	73	36
90	74	59	90	74	59
100	73	36	100	75	41

Longitud E.	Latitud.	Longitud O.	Latitud.
110°	71° 21′ N.	110°	76° 6′ S.
120	67 43	120	76 1
130	61 30	130	75 30
140	49 55	140	74 29
150	26 31	150	72 47
160	11 38 S.	160	70 3
170	42 7	170	65 33
180	57 56	180	57 56

PARALELO PASANDO POR CEARA.

Latitud N.	Longitudes		Latitud S.	Longitudes.	
0°	175° 57′ E.	41° 47′ O.	0°	175° 57′ E.	41° 47′ O.
10	173 38	39 28	10	178 56	44 46
20	171 48	37 38	20	177 11 O.	48 39
30	171 25	36 15	30	171 50	54 0
40	169 29	35 19	40	163 55	61 55
50	169 7	34 57	50	150 1	75 49
60	169 46	35 36	57 50′	112 55	112 55
70	172 31	38 21	»	»	»
80	175 30 O.	50 20	»	»	»
85 36′	112 55	112 55	»	»	»

ZONA DEL HIMALAYA.

GRANDE CÍRCULO.

Polos H = 60° 42′. N.; P = 112° 10′. O.
H = 60 42 . S.; P = 67 50 E.

Interseccion ecuatorial P = 157° 50′. E.; 22° 10′. O.
Ángulo del círculo con el ecuador A = 29° 18′.

COORDENADAS.

Longitud E.	Latitud.	Longitud O.	Latitud.
0°	11° 57′ N.	0°	11° 57′ N.
10	16 38	10	6 45
20	20 39	20	1 13
30	23 54	30	4 22 S.
40	26 24	40	9 45
50	28 7	50	14 41
60	29 3	60	19 0
70	29 17	70	22 35
80	28 45	80	25 25
90	27 27	90	27 27

Longitud E.	Latitud.	Longitud O.	Latitud.
100°	25° 25′ N.	100	28° 45′ S.
110	22 35	110	29 17
120	19 0	120	29 5
130	14 41	130	28 7
140	9 45	140	26 24
150	4 22	150	23 54
160	1 13 S.	160	20 39
170	6 45	170	16 38
180	11 57	180	11 57

No se ha calculado las coordenadas de ningun paralelo á los círculos del Caucasio y del Himalaya; porque el primero pasa muy cerca de las cordilleras de Colombia y el segundo atraviesa la América del Sur en toda su anchura desde las costas de Chile hasta el Brasil.

El paralelo al círculo de la Noruega que pasa por Ceara sigue con una exactitud muy notable la direccion de la costa oriental de la América del Sur; y es muy probable que las orientaciones N. 26° á 30°E. que presentan las cordilleras de Chile se refieren á esta zona mas bien que á la del Caucasio.

Es de notar tambien que los tres grandes círculos de la zona chilena, de la del Himalaya y de la de las Montañas Pedregosas vienen cortarse en un mismo punto muy cerca de la isla de S. Ambrosio.

NOTA 3.

NOTAS DE LA PARTE GEOLÓGICA.

Para facilitar la inteligencia de esta parte de la obra á los lectores que no han hecho un estudio especial de la geología, hemos creido útil colocar aquí un corto resúmen de los principios que sirven de base á esta ciencia, así como la significacion de los términos que se emplean mas generalmente.

Los geólogos designan con el nombre de *rocas*, las grandes masas que constituyen la parte sólida de nuestro planeta : las dividen en dos clases, conforme se presentan en capas regulares sobrepuestas, ó colocadas al lado unas de otras, ó bien formando masas irregulares en las cuales no se descubre ninguna huella de estratificacion. Las rocas de la primera clase toman el nombre de *rocas estratificadas* y las demas el de *rocas plutónicas*.

Las rocas estratificadas están casi siempre formadas por despojos de otras rocas mas antiguas que han sido arrastradas por las aguas y depositadas en el fondo de los mares ó de los grandes lagos : no son, pues, mas que arenas ó fango del antiguo mundo, que se han endurecido á consecuencia de las reacciones químicas que se han efectuado entre sus elementos : así es que se encuentran numerosos despojos de seres que vivian en aquellas épocas remotas, siendo estos despojos, á veces, tan abundantes, que forman por sí solas capas de gran espesor, tales como las calizas conchíferas y las capas de hulla y de lignitos, formadas enteramente de despojos vegetales.

Por el modo mismo con que las rocas estratificadas se han formado resulta que en una serie de capas sobrepuestas, unas encima de otras, las mas antiguas deben ocupar la parte inferior; y así se puede determinar la edad relativa de cada una de ellas y reconocer, en seguida, por el estudio de los restos organizados que encierran, una parte de los animales y vegetales que poblaban el globo en la época en que se depositaron. Tal es el principio fundamental de la Geología.

La disposicion y el orígen de las masas plutónicas, difieren enteramente de los de las rocas estratificadas : se presentan en medio de estas como cuerpos extraños que han llenado las hendiduras ó cavidades de una extension mas ó ménos grande. Muchas veces envuelven fragmentos ó pedruscos considerables de esas mismas estratas, circunstancia que indica suficientemente que la materia que ha producido las masas plutónicas, debia tener en su orígen cierto grado de

fluidez. En fin, siguiendo estas masas al interior de la corteza terrestre, se echa de ver que se prolongan hasta las mayores profundidades á que haya podido llegar el hombre. Todo indica, pues, que han sido impelidas desde el interior del globo hácia su superficie, á la manera de las materias flúidas que arrojan aun los volcanes. Por otra parte, la composicion de estas rocas es de una notable sencillez y muy sensiblemente la misma para las mas antiguas como para las mas modernas: todas están formadas de ácido silícico combinado con bases alcalinas ó térreas, entre las cuales son las mas abundantes la potasa, la sosa, la cal, la magnesia, la alumina y el óxido de hierro. Estos diferentes silicatos simples se combinan entre sí y forman minerales conocidos bajo las denominaciones de feldespato, mica, anfíbol, piróxeno, hiperstene y dialaga; en fin, estos mismos minerales son los que, agrupándose entre sí, forman las rocas plutónicas, cuyos tipos principales vamos á indicar.

Granito. — Se dá el nombre de granito á una roca compuesta de cuarzo (ácido silícico), de feldespato (silicato de alumina y potasa) y de mica (silicato de hierro y de potasa). El cuarzo, el feldespato y la mica se hallan reunidos en granos de tamaños diferentes; el cuarzo es generalmente blanco y de un brillo vítreo: el feldespato blanco, ó rosado, se reconoce por sus quebraduras planas y resplandecientes; en fin, el mica forma unas pequeñas lentejuelas que se dividen en laminitas muy delgadas.

Sienita. Se dá este nombre á un granito, que, ademas de los tres minerales precedentes, contiene aun anfíbol. Este último mineral que es generalmente negro y de un verde oscuro, se presenta en agujetas ó láminas cuya superficie finamente estriada, tiene un aspeto sedoso.

Diorita. La diorita es una roca compuesta de anfíbol y de feldespato con base de sosa.

Hiperstenita. Esta roca tiene mucha semejanza con la diorita; se compone de feldespato con base de cal y de hiperstene, que es un silicato de magnesia y de hierro.

Pórfido. Se designa con el nombre de pórfido á una roca formada de una parte amorfe y compacta, compuesta de silicato de alumina y de diferentes bases, en la cual se hallan diseminados cristales de feldespato, de cuarzo, de piróxeno y de anfíbol.

Traquita. La traquita se parece mucho á los pórfidos con los cuales se confunde muchas veces; solo difiere de ellos en que la parte amorfe es mucho ménos compacta y como escoriácea.

Fonolites. Los fonolites son rocas compactas de apariencia homogénea y de un gris claro; están formadas de cristales microscópicos

de feldespato y contienen siempre cierta cantidad de hierro titanífero que se halla diseminado en pequeños cristales.

Basalto. El basalto es tambien una roca compacta compuesta de feldespato con base de cal, piróxeno, silicato de cal, óxido de hierro y hierro titanado.

Retinita y obsidiana. Se dá este nombre á unas masas vítreas y homogéneas, cuya composicion es la misma que la de los feldespatos; encierran, ademas, cierta cantidad de aguas.

En fin, las lavas que arrojan aun los volcanes, se refieren sea á las traquitas, sea á las retinitas.

Todas las rocas que preceden se designan con la denominacion de rocas feldespáticas. Réstanos aun dar á conocer otro pequeño grupo en que la magnesia representa el principal pápel; tales son las rocas talcosas y las serpentinas que tienen por base el talco y la dialaga, dos silicatos de magnesia.

El talco, que se reconoce por su color verdusco y su untuosidad, forma en union con el cuarzo y el feldespato una especie de granito conocido con el nombre de protógina.

La dialaga unida al feldespato forma las ofitas y cuando es compacta é hidratada, constituye la serpentina.

Para hacerse cargo del orígen y de la estructura de las rocas estratificadas, es necesario detenerse un momento en los cambios que experimentan las rocas plutónicas cuando están mucho tiempo expuestas á la accion del aire y del agua. Todos los minerales que constituyen estas rocas, excepto el cuarzo, son susceptibles de descomponerse; el silicato de alumina se une al agua y se trasforma en arcilla, miéntras que los silicatos de potasa y de sosa son disueltos por las aguas de infiltracion; pero ántes que esta descomposicion haya llegado á su último término, se despegan las rocas y estas partes desagregadas, arrastradas por las aguas torrentosas, son las que van á depositarse en los mares ó en los lagos. Las partes mas pesadas, es decir, las que han resistido á la descomposicion, tales como el cuarzo y el hierro titanado, se detienen en los álveos de los rios ó en las cercanías de las costas: las partes mas ligeras, tales como el mica y la arcilla, son, al contrario trasportadas á grandes distancias y forman el fango que cubre el fondo de los mares; en fin, hay que añadir aun, á estos materiales, las partes de rocas no alteradas que los desmoronamientos precipitan al álveo de los torrentes ó chocando, unas contra otras, forman esas masas redondeadas que se encuentran en las playas y en el álveo de los rios. Por otra parte, el agua del mar, como la de los lagos, contiene siempre en disolucion cierta cantidad de ácido silícico y sales calcáreos; estos cuerpos son los que sepa-

rados poco á poco van á unir esas partículas segregadas y á formar rocas mas ó ménos duras: así se tienen sucesivamente los conglomerados, las areniscas ó arenas aglutinadas, las esquitas y las arcillas. En fin, por el solo hecho de la evaporacion, el agua del mar abandona lentamente una parte del carbonato y sulfato de cal de que estaba cargada, lo cual dá lugar á la formacion de las capas de caliza y de yeso que son, como se ve, capas esencialmente sedimentosas formadas á la manera de esos depósitos que gran número de aguas minerales abandonan sobre los cuerpos que mojan. Hay tambien otra serie de rocas que están dispuestas por estratas, pero que al mismo tiempo presentan el carácter cristalino de las rocas plutónicas: se da á esta serie el nombre de esquitas cristalizadas. Las rocas estratificadas forman así tres series diferentes, á saber: la de las *rocas detríticas*, la de las *rocas sedimentosas* y la de las *rocas cristalizadas*.

Las esquitas cristalizadas comprenden el gneiss cuya composicion es la misma que la del granito, pero que se distingue de él por su estructura ojosa.

El micaquisto, compuesto de cuarzo y de mica.

Las esquitas satinadas compuestas de mica en partículas microscópicas, notables por su brillo sedoso.

Las esquitas talcosas en que el talco reemplaza al mica.

Los cuarcitos, formados de cuarzo compacto ó por la reunion de granitos cristalizados.

En fin, los petrosilex formados únicamente de feldespato compacto ó granoso.

En la serie detrítica, se hallan los conglomerados formados de fragmentos de rocas bastante voluminosas, para poder reconocer sus caractéres.

Las areniscas, que no son mas que arenas aglutinadas por sílice, carbonato de cal ú óxido de hierro.

Las esquitas, mezcla de arena muy fina y de arcilla igualmente endurecida por la sílice ó la caliza, y notables por su estructura ojosa.

En fin, las arcillas.

La serie de las rocas sedimentosas comprende las calizas, los yesos y los silex.

EXPLICACION DE LAS LAMINAS

LÁMINA I.

Mapa orográfico de la América del Sur.

Se ha figurado en este mapa los sistemas orográficos que tienen relacion con las cordilleras de la América del Sur; los círculos medianos son indicados por líneas llenas y los paralelos á estos círculos por líneas puntuadas. Los paralelos que se han figurado son los de la costa de Chile desde el cabo Pilares hasta Coquimbo, el de la costa del Perú entre Pisco y Piura y que se refiere al sistema de los Montes Pedregosos; el de la cordillera de la costa entre Concepcion y Valparaíso que pertenece á la zona del Caucasio y se halla en relacion con las serranías del centro del Brasil.

Al fin de hacer mas claras las relaciones de estos círculos con las direcciones de las cordilleras y de las costas, se ha suprimido la mayor parte de los nombres de pueblos conservando únicamente los mas esenciales, los de los cerros mas notables por su altura y los de los grandes rios.

LÁMINAS II, III, IV, V, VI.

Perfil de la cordillera de los Andes desde el grado 24 hasta el grado 42.

Este perfil está á la misma escala que el mapa topográfico y geológico de Chile; es la de $\frac{1}{250000}$ que corresponde á 4 milímetros por 1000 metros. Se ha conservado en él la relacion exacta de las alturas con las distancias; y para dar á conocer mas exactamente la posicion de los cerros, se ha indicado las latitudes correspondientes. La altitud de los puntos mas notables está ademas indicada en metros en seguida del nombre.

Se ha figurado tambien por un tinte mas oscuro las diferentes serranías que componen la cordillera de la costa; en fin para completar estos datos, se ha figurado dos secciones trasversales de Chile, la una desde el cerro de Aconcagua hasta la costa, y la otra desde el volcan

de Chillan hasta la bahía de Talcahuano : estas secciones son á la escala de $\frac{1}{400000}$.

LÁMINA VII.

Vista general de las cordilleras de Aconcagua tomada desde las alturas de Jahuel.

LÁMINA VIII.

Seccion geológica del suelo de Chile segun un plano vertical pasando por Talcahuano y el volcan de Antuco.

Esta seccion dá á conocer la mayor parte de las formaciones geológicas que constituyen el suelo de Chile. Se ha tomado para las alturas una escala doble de la de las distancias; esta diferencia era necesaria para poder indicar algunas formaciones de poco espesor; pero se ha figurado mas abajo el perfil exacto del terreno.

LÁMINA IX.

Vista de la parte occidental de la quebrada de los Piuquenes.

Esta quebrada en la cual corre el rio del Yeso afluente del Maipo presenta las relaciones de la formacion de la arenisca colorada con las arcillas que contienen el yeso y con la formacion calcárea; se nota tambien algunos grandes dykes de sienita que han reventado las estratas de la arenisca colorada. Cade formacion está indicada por una letra, y sus límites por líneas punteadas.

LÁMINA X.

Vista de la parte oriental de la quebrada de los Piuquenes.

Esta parte de la quebrada es paralela á la cumbre de la cordillera miéntras la anterior le era perpendicular; presenta así una otra seccion natural de las formaciones de esta parte de los Andes; en ella se halla la arenisca colorada, las arcillas con yeso y la formacion calcárea muy desenvuelta.

LÁMINA XI.

Vista del cerro de Aconcagua tomada desde el valle de los Patos.

Corresponde esta vista á la quebrada en la cual nace el rio de San Juan; en la parte inferior se ve la arenisca colorada y sus con-

glomerados muy desenvueltos; y mas arriba la formacion del trias, ó arcillas con yeso; son tambien estas mismas roças que componen el cerro de Aconcagua.

LÁMINA XII.

Vista de los cerros de Bandurias.

Estos cerros situados al sur de Chañarcillo, presentan una grande línea de levantamiento, cuya direccion es la del sistema chileno; se ve de ambos lados las estratas inclinadas en sentido opuesto; y en el centro un dyke de pórfido augítico que ocupa el eje de levantamiento; es á esta línea que se refieren las vetas de plata de Chañarcillo y de los alrededores; es tambien en esta parte que la formacion jurásica de Chile toma su mayor extension.

LÁMINA XIII.

FIG. 1. *Tajo situado en la parte N.-E. de la isla de la Quiriquiña.*

Este tajo presenta toda la serie de las estratas de la formacion terciaria, desde las areniscas que contienen las baculites hasta el terreno de acarreo. El banco *f* situado en la parte inferior está formado por una roca esteatitosa que descansa sobre la arenisca con baculites; entre *f* y *d*, se hallan varios bancos compuestos de arenisca con kaolin y que alternan con otros bancos mas delgados de arenisca calcárea. Los bancos *d* son formados de una arcilla parda que contiene muchos restos de vegetales; *c* corresponde á una arenisca micácea; *b* es un banco de arcilla con lignita y *a* el terreno de acarreo.

FIG. 2. — *Formacion de lignita de Lota.*

Vista tomada desde la ensenada de Colcura. En esta parte la formacion terciaria descansa sobre las esquitas cristalizadas.

h. Esquita cristalizada.
d. Bancos de lignita.
c. Arenisca con kaolin.
I. Cuarzita.
f. Conglomerado compuesto de trozos de cuarzita, de esquita cristazada y de granito.
f'. Arenisca muy fina cambiándose en jaspe.

FIG. 3. — *Tajo situado entre el puerto del Tomé y Bella-Vista.*

d. Arenisca con lignita y restos de vegetales.

f. Arenisca ferruginosa.
f'. Trozos redondeados de arenisca calcárea en los cuales se halla una gran cantidad de baculites y de *cardium acuticostatum*.

FIG. 4. — *Cerro de Negreto sobre las orillas del Bio-bio.*

a. Terreno de acarreo compuesto de trozos de rocas volcánicas iguales á las que se hallan en la cordillera.
a'. Banco de arena.
c. Arenisca con bancos delgados de arcilla blanca.
d. Arcilla parda con algunos restos de vegetales.

LÁMINA XIV.

Vista de las cordilleras donde nace el rio Lontue.

Las rocas plutónicas forman todas estas cordilleras y se ve la alternancia de los bancos de fonolita con los conglomerados volcánicos.
1. Fonolita.
2. Conglomerado formado de trozos de fonolita y de traquita.

LÁMINA XV.

Vista de los volcanes de Chillan (tomada del cerro Azul).

1. Nevado de Chillan.
2. Volcan Viejo.
3. Volcan Nuevo formado en 1868.
4. Baños termales de Chillan.
5. El cerro de Azufre.
I. Traquitas y fonolitas.
K Escorias.
K'. Retinita.

LÁMINA XVI.

Volcan de Peteroa.

2. Corriente de lava que baja desde el cráter en la quebrada del rio Claro.
o. Rocas de sienita que sirven de base al cono de escorias.

LÁMINA XVII.

Interior del cráter del volcan de Antuco en el año 1869.

1. Escorias rojas y descompuestas por la accion del chloro.
2. Escorias amarillas descompuestas y penetradas de chloruro de hierro.

LÁMINA XVIII.

Extremidad inferior de la corriente de lava que ha salido del volcan de Osorno.

Esta parte de la corriente está formada de grandes trozos de lava en los cuales se notan las formas contorneadas que toma esta materia semi-fluida al abrirse paso entre las grietas de la parte ya solidificada.

LÁMINA XIX.

Plano á la escala de $\frac{1}{100000}$ del grupo volcánico del Descabezado.

En el cual son indicadas las corrientes de lava que se refieren á las últimas erupciones.

LÁMINA XX.

Vista del mineral de Chañarcillo.

Ademas de las formaciones geológicas que constituyen este mineral, se ha indicado la situacion de las minas principales de modo que se puede seguir la direccion de las vetas sobre las cuales se hallan situadas.

I. Dyke de pórfido augítico.
e. Calcáreo de la formacion jurásica.
e'. Calcáreo metamorfizado y cambiado en granate por la accion del pórfido augítico.

LÁMINA XXI.

Fig. 1. — *Cuadro indicando el límite inferior de las nieves perpétuas desde el grado 24 hasta el grado 53.*

Este límite está indicada por una línea puntuada; otras líneas horizontales que corresponden á espacios de mil metros hacen conocer las alturas, y las latitudes son indicadas de grado en grado sobre la línea inferior que representa al mismo tiempo el nivel del mar.

La relacion entre las alturas y las distancias horizontales es de 1 á 80.

Fig. 2. — *Cuadro de las corrientes atmosféricas que se manifiestan durante el verano en las provincias centrales de Chile desde las diez de la mañana hasta la noche.*

La corriente superior del S.-E. está indicada por una línea discontinua; las corrientes inferiores, por líneas punteadas.

Fig. 3. — *Cuadro de las corrientes atmosféricas que se manifiestan durante la noche en las mismas provincias.*

Se ha conservado las mismas indicaciones que en el cuadro anterior; la línea inferior que corresponde al valle longitudinal indica el límite superior de las nieblas que se forman á menudo durante la noche por el contacto del aire frio que baja de la cordillera.

LÁMINA XXII.

Vista del ventisquero del valle de los Cipreses en las cordilleras de Rancagua.

LÁMINA XXIII.

Cuadro de la distribucion de los principales vegetales de Chile segun la latitud y segun la altura.

Para formar este cuadro se ha escogido las especies mas notables que crecen en el territorio de Chile; está dividido por líneas verticales que corresponden á los grados de latitud desde 24° hasta 42°. El nombre de cada especie está encerrado en un pequeño rectángulo cuyas extremidades corresponden á los límites entre los cuales se halla esta especie; de tal modo que haciendo la lectura en el sentido horizontal se ve el órden en el cual se suceden las especies vegetales á medida que aumenta la latitud; miéntras que si se lee en el sentido vertical se abraza el conyunto de los vegetales que crecen entre dos paralelos.

En la parte inferior se ha dado la distribucion de los vegetales segun la altura; estas son indicadas de 1000 en 1000 metros; las latitudes son las mismas que en la parte superior, y se ha figurado por una línea puntuada el límite de la vegetacion que corresponde á estas latitudes. Al fin de no complicar demasiado este segundo cuadro, se ha escrito únicamente el nombre genérico, las especies siendo las mismas que las del cuadro superior.

INDICE GENERAL



ÍNDICE ALFABÉTICO

CH

D

E

O

P

Q

R

S